Museum of Comparative Zoology
SEP 2 1938
LIBRARY

Untersuchungen

am

Metacarpus von Lauf- und Schrittpferden,

besonders auf Biegefestigkeit.

Inaugural-Dissertation

der

hohen philosophischen Fakultät der Universität Jena

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt von

Albert Wolter
aus Templin in der Mark.

Mit 34 in den Text gedruckten Abbildungen.

Merseburg.
Druck von Friedrich Stollberg.
1907.

Untersuchungen

am

Metacarpus von Lauf- und Schrittpferden,

besonders auf Biegefestigkeit.

Inaugural-Dissertation

der

hohen philosophischen Fakultät der Universität Jena

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt von

Albert Wolter
aus Templin in der Mark.

Mit 34 in den Text gedruckten Abbildungen.

Merseburg.
Druck von Friedrich Stollberg.
1907.

Harvard College Library
DEC 11 1907
From the University
by exchange

TRANSFERRED TO
MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY

Museum of Comparative Zoology
SEP 2 1938
LIBRARY

Genehmigt von der philosophischen Fakultät der Universität Jena auf Antrag des Herrn Professor Dr. S. von Nathusius.

Jena, den 26. Juli 1906.

Professor Dr. G. Goetz,
derzeit Dekan.

Inhalt.

Seite

Einführung 1
Das Pferdematerial 2
Das Messen der Pferde 4
Die Auswahl der Knochen 6
Das Messen der Knochen 6
1. Das absolute Gewicht 7
2. Das Volumen 8
3. Das spezifische Gewicht 9
4. Die Länge der Röhren 11
5. Der Querschnitt des Röhrbeins 11
Die beiden Durchmesser 12
Der mittlere Durchmesser 13
Mittlerer Durchmesser im Verhältnis zu Röhrbeinlänge 13
Flächeninhalt des Querschnittes 13
Grösse des Querschnittzylinders 14
Knochenstärke und Röhrbeinumfang 14
Die typische Belastung der Röhrenknochen 17
Wandstärke 17
6. Die Griffelbeine 24
7. Zusammenfassung der Messresultate an den Röhrbeinen 26
8. Morphologische Asymmetrie der Röhrbeinpaare 26
Prüfung der Knochen auf ihre Widerstandsfähigkeit 27
1. Prüfung der Biegefestigkeit 30
2. Bruchformen 31
3. Die Tragfähigkeit 32
4. Die Durchbiegung der Knochen 34
5. Asymmetrie der Leistung 39
6. Vergleich nur der stärkeren Knochen der einzelnen Röhrbeinpaare 39
7. Korrelation von Form und Leistung 40
8. Ursachen der unregelmässigen Widerstandsfähigkeit 41
9. Torsionsversuche 44
Zusammenfassung der Resultate:
A. Die Form betreffend 46
B. Die Leistung betreffend 47

Einführung.

Immer wieder stösst man in der hippologischen Literatur auf die Behauptung, dass die Knochen der Laufpferde von festerem Gefüge seien als die der Schrittpferde. Man spricht sogar von einer „elfenbeinartigen" Beschaffenheit der Laufpferdeknochen gegenüber den gewöhnlichen „porösen" Knochen der Schrittpferde. Wann dieses Vorurteil einmal entstanden ist, wer die Priorität dafür beanspruchen kann, wird wohl nie nachgewiesen werden. Aber es ist da. Der Verehrer des „edlen" Pferdes ist fest davon überzeugt, das Publikum sprichts nach, und selbst Bücher und Schriften, die objektiv sein wollen, stellen die grössere Widerstandsfähigkeit der Knochen der Laufpferde so ohne Einschränkung hin, als ob sie durch exakte Versuche bewiesen wäre. Manchem ist das dann ein willkommenes Mittel, die Laufpferde als „edle" den „gemeinen" gegenüberstellen zu können und damit womöglich die ganze Zucht des Schrittpferdes zu diskreditieren. Aber die häufigeren Knochenbrüche der Laufpferde hat man damit doch nicht hinwegdisputieren können.

Ob nun wirklich die Struktur der Knochen bei Lauf- und Schrittpferden eine verschiedene ist, kann schliesslich gleichgültig sein, wenn beide nur eine genügende Festigkeit besitzen. Erweist sich die Widerstandsfähigkeit der Schrittpferdeknochen als geringer wie die der Knochen der Laufpferde, so ist auch die Struktur geringwertiger, und man wird diesen Nachteil durch Anzucht möglichster Starkknochigkeit zu kompensieren suchen müssen. Ist die Brüchigkeit des Laufpferdeknochens eine grössere, so kann diese entweder durch eine zu geringe Stärke (Dicke) der Knochen bedingt sein, oder aber die gerühmte „elfenbeinartige" Struktur ist der Grund für eine grössere Sprödigkeit. Nun, dann ist diese Struktur eben ein Fehler, aber kein Vorzug, als welcher sie so gern hingestellt wird.

Um zur Klarlegung dieser so oft gestreiften Frage beizutragen, stellte ich mir die Aufgabe, die mechanische Widerstandsfähigkeit der Knochen von Lauf- und Schrittpferden zahlenmässig zu prüfen; „denn", sagt Nehring,[1]) „die Lehre vom Exterieur erhält erst dann eine wissenschaftliche

[1]) Nehring, Fossile Pferde aus deutschen Diluvialablagerungen.

Basis, wenn sie auf genaue osteologische Messungen begründet wird; exakte Messungen haben dauernden Wert, während allgemeine Betrachtungen ohne gleichzeitige Mitteilung absoluter Zahlen einen solchen nicht beanspruchen können".

Meine Untersuchungen mussten sich auf drei verschiedene Arbeiten erstrecken: Zuerst die Auswahl und das Messen der lebenden Pferde, dann die Auswahl und das Messen der Knochen und zuletzt die Prüfung der Knochen auf ihre Widerstandsfähigkeit.

Ich konnte meine Untersuchungen nur an einem Orte ausführen, an dem ich geeignete Pferde in genügender Zahl fand, um sie lebend messen und nach ihrer Schlachtung die betr. Knochen entnehmen zu können. Gleichzeitig musste die Möglichkeit gegeben sein, die Knochen sofort auf ihre Festigkeit zu untersuchen. Beide Bedingungen waren in Berlin erfüllt. Das Pferdematerial war auf der Zentralrossschlächterei zu finden und die Biegeversuche liessen sich mit peinlichster Exaktheit auf dem Königlichen Material-Prüfungsamt in Gross-Lichterfelde ausführen.

Durch das Entgegenkommen des Herrn Kreistierarztes Dr. Klaus und des Herrn Dr. Höpfner war es mir ermöglicht, auf der Zentralrossschlächterei die Pferde für meine Versuche zu benutzen. Zu besonderem Danke aber bin ich Herrn Prof. Rudeloff vom Königlichen Material-Prüfungsamt der Technischen Hochschule verpflichtet, der mir nicht nur gestattete, die dortigen grossartigen Einrichtungen für meine Untersuchungen zu benutzen, sondern mir auch durch seine fachwissenschaftlichen Ratschläge die Durchführung meiner Arbeit ermöglichte. So konnte ich im Frühjahr 1905 meine Untersuchungen ausführen.

Das Pferdematerial.

Um zu einem deutlichen Resultat zu kommen, entschied ich mich für zwei extreme Rassen, nämlich für das belgische und das ostpreussische Pferd, oder besser gesagt — da die Herkunft der Pferde doch nur selten mit Sicherheit festzustellen ist — für Pferde im belgischen und im ostpreussischen Typus. Von beiden konnte ich annehmen, am ehesten eine genügende Anzahl für meine Versuche zu finden; sonst wäre mir englisches oder arabisches Vollblut und seine nahen Kreuzungen selbstverständlich lieber gewesen, schon um dem eventuellen Vorwurf entgehen zu können, dass das ostpreussische Pferd doch noch nicht „edel" genug für solche vergleichenden Versuche wäre.

Auf der Zentralrossschlächterei werden täglich ca. 40—60 Pferde geschlachtet. Es sind das fast nur solche, bei denen der Fleischwert dem Gebrauchswert mindestens gleichkommt, meist wird er ihn sogar übersteigen. Es gehört sogar zu den Ausnahmen, wenn ein Besitzer sein noch arbeitsfähiges Pferd lieber für geringes Geld an den Rossschlächter verkauft, ehe er es im Alter in schlechte Hände kommen lässt. Meist wird diese Rücksicht nur auf Reitpferde, seltener auf Wagenpferde genommen; aber nur einmal habe ich ein Lastpferd auf dem Schlachthof gesehen, dem man diese

Wohltat erwies. Diese Umstände bedingen es, dass jüngere Pferde selten auf dem Schlachthof zu finden sind. Die meisten befinden sich in einem Alter, das man an den Zähnen nicht mehr mit Sicherheit bestimmen kann. Jüngere Pferde kamen nur dann zur Schlachtung, wenn aus irgend einem Grunde, meist Beinbruch, eine Notschlachtung nötig war. Dann war aber eine Messung selten auszuführen und das Pferd war für meine Versuche verloren. Einmal aber liess ein Pferdehändler seinen ganzen Pferdebestand, die Nummern L 20 bis L 34, schlachten, da die Möglichkeit einer Rotzinfektion vorlag. Das waren alles Laufpferde, meist jüngere, und so kommt es, dass unter den 100 Pferden, deren Knochen ich zu meinen Versuchen benutzte, doch noch 17 Laufpferde, aber nur 4 Schrittpferde sind, deren Alter unter 10 Jahren war. Im ganzen liess sich also noch bei 21 Pferden das Alter mit Sicherheit bestimmen. Unter diesen sind 7 neunjährige, 5 achtjährige, 2 siebenjährige, 1 sechsjähriges, 3 fünfjährige und 2 vierjährige. Von den hin und wieder erscheinenden Fohlen habe ich nur 1 einjähriges vergleichsweise für meine Arbeit benutzt. Das Durchschnittsalter der untersuchten Laufpferde war, soweit es sich eben bestimmen liess, 12 Jahre, das der Schrittpferde 13 Jahre.

Auffallend war der geringe Prozentsatz von Schrittpferden und darunter besonders der typisch belgischen Form, die mir mit der grossen Zahl der in Berlin tätigen Belgier gar nicht harmonieren wollte. Eine Erklärung hierfür mag sein, dass ein vollfleischiger Belgier die beste Schlachtware darstellt, für welche in Berlin nicht genügend Nachfrage herrscht, da hier das Pferdefleisch noch nicht so gewürdigt wird, wie in Westdeutschland. Es werden deshalb — ebenso wie Berliner Händler die leichten Klepper in Posen und Ostpreussen für den Berliner Schlachthof heranschaffen — auch rheinische Händler die schweren Schlachtpferde aus der Mark, selbst aus Berlin für die rheinischen Rossschlächtereien aufkaufen. Auch müssen die Rossschlächter der Provinzstädte, deren Kundschaft die zur Schlachtung kommenden Pferde kontrollieren kann, weit mehr auf gute Schlachtware sehen, als das in Berlin der Fall ist, so dass wohl eine grosse Zahl der Berliner Belgier in die Provinz geht. Ein zufälliger Umstand verhinderte noch weiter die Zuführung schwerer Pferde. Das war die grosse Hitze, welche im Juli 1905 eintrat und die Aufbewahrung so voluminöser Fleischmassen, wie die Belgier sie liefern, erschwerte. Das hielt von der Schlachtung der schweren Pferde ab, auch deshalb, weil die Hitze den Fleischkonsum herabdrückte. An manchen Tagen wurde nicht ein einziges brauchbares belgisches Pferd auf den Schlachthof gebracht. Dadurch sah ich mich genötigt, meine Untersuchungen abzubrechen, ehe ich die gewünschte Zahl von Belgiern geprüft hatte. Um aber die Zahl der Schrittpferde nicht gar zu sehr hinter der der Laufpferde zurückstehen zu lassen, habe ich auch einige Pferde englischer und dänischer Form für meine Untersuchungen benutzt.

Weniger Schwierigkeiten machte die Auswahl der Laufpferde; aber in meiner Hoffnung, meist solche mit Brand benutzen zu können, wurde

ich sehr enttäuscht. Ich werde auf dem Schlachthof während meiner dortigen Arbeit ca. 1500 Pferde gesehen haben; aber unter diesen fand ich alles in allem etwa 1 Dutzend mit Brand, Zucht- oder Militärbrand. So war ich denn gezwungen, nach freiem Urteil zu wählen. Da unter den kleineren Pferden häufig sehr edle Formen waren, so habe ich auch mehrere im Stil des leichten Husarenpferdes für meine Untersuchungen benutzt, vergleichsweise auch eins von nur 1,33 *m* Widerristhöhe.

Da es möglich ist, dass die Festigkeit der Knochen der Wallache eine andere ist als die der Stuten, so wollte ich meine Untersuchungen hauptsächlich auf Stuten beschränken. Da trat mir bei den Belgiern eine neue Schwierigkeit entgegen: es waren in der grossen Mehrzahl Wallache. Das lässt sich wohl nur so erklären, dass man in Belgien die Stuten mehr zu Zuchtzwecken zurückhält und in der Hauptsache Wallache ausführt. Ausserdem nimmt der Konsument, bei dem, wie in Berlin naturgemäss, die Benutzung zur Zucht unmöglich ist, lieber Wallache. So kommt es, dass ich unter den 60 Laufpferden ausser dem Hengst L 1 nur 10 Wallache, unter den 38 Belgiern aber 22 Wallache aufnehmen musste.

Während meiner dortigen Tätigkeit wurde nur 1 Hengst geschlachtet, ein Ostpreusse des Zirkus Schumann. Leider geschah dies, während ich in Lichterfelde beschäftigt war, so dass ich ihn lebend nicht mehr zu sehen bekam und ihn deshalb auch nicht messen konnte. Seine Vorderröhren habe ich aber mit geprüft.

Das Messen der Pferde.

Die Messungen habe ich nach Prof. S. v. Nathusius [1]) ausgeführt, habe mich aber auf die wichtigsten Mafse beschränkt. Gar zu gern hätte ich auch das Gewicht der Pferde festgestellt, um dann das Verhältnis der Widerstandsfähigkeit der Knochen zu der von ihnen zu tragenden Last prüfen zu können. [2]) Aber auf der Berliner Zentralrossschlächterei befindet sich keine Wage, auf der man ein Pferd lebend oder tot wiegen könnte; auch ist die Aufstellung einer solchen dort wegen des äusserst beschränkten Raumes nicht möglich. Die Pferde aber vom Hof herunterzunehmen und auf einer Wage in der Nachbarschaft zu wiegen, liess sich wegen der veterinär-polizeilichen Kontrolle nicht durchführen. So musste ich leider auf die Feststellung des Gewichtes verzichten. Ich versuchte, mir durch Schätzung des Gewichtes zu helfen, wobei ich von Praktikern unterstützt wurde. Aber die einzelnen Annahmen gingen meist so weit auseinander, dass ich schliesslich darauf verzichtete. Auch wurde mir gesagt, dass es weit schwerer sei, ein Pferd nach dem Gewichte zu schätzen, als ein

[1]) S. v. Nathusius, Unterschiede zwischen der morgen- und abendländischen Pferdegruppe. Verlag von Paul Parey in Berlin. 1891.

[2]) Auf die Berechtigung dieser Gegenüberstellung von Knochenstärke und Pferdegewicht gehe ich noch näher im Abschnitt über die „typische Belastung der Röhrenknochen“, Seite 17, ein.

anderes Schlachttier. Man wollte dies durch das geringere spezifische Gewicht des Pferdefleisches begründen. Noch mehr mag dazu aber beitragen der verschieden starke Knochenbau und die sehr variierende Form des Pferdekörpers, besonders wohl Mangel an Übung, da der Pferdeschlächter bei den geringen Preisen für Schlachtpferde kein grossen Interesse an genauer Gewichtsfeststellung hat.

Die Ausführung der Messungen machte weiter keine Schwierigkeiten, da auch den unruhigsten der dortigen Pferde der nötige Lebensmut fehlte. Nur war es öfter unmöglich, die für die Messungen ausersehenen Pferde aus dem gemeinsamen Stall, in welchem sie ganz frei, selbst ohne Halfter, dichtgedrängt standen, oft enger wie die Schafe im Stall, herauszufinden. Dadurch ging mir noch manches Pferd für meine Untersuchungen verloren.

Im ganzen habe ich ca. 150 Pferde gemessen und von diesen die Knochen entnommen. Viele Knochen waren aber durch Exostosen derart deformiert, dass ich sie für meine Versuche nicht verwenden konnte. Ich habe dann nicht nur den unbrauchbaren Knochen, sondern auch den dazu gehörigen verwerfen müssen. — Oft war ich mir trotz aller Aufmerksamkeit nicht sicher, auch wirklich die Knochen von dem gemessenen Pferde und nicht statt deren die eines anderen bekommen zu haben. Auch dann habe ich lieber die Knochen verworfen. — Stellte sich dann schliesslich bei der Verrechnung der durch Messung gewonnenen Zahlen heraus, dass eine dieser Zahlen nicht richtig sein konnte, so habe ich diese Zahl nicht korrigiert, sondern das betreffende Knochenpaar ausgeschieden. So sind schliesslich von den 150 entnommenen Knochenpaaren nur 99 übrig geblieben. Hiervon sind 61 Laufpferde und 38 Schrittpferde. Zur bequemeren Orientierung habe ich den Nummern der Laufpferde den Buchstaben L, den Nummern der Schrittpferde den Buchstaben S vorgesetzt. Es führen demnach die Laufpferde die Nummern L 1 bis L 61, die Schrittpferde die Nummern S 1 bis S 38. — L 60 ist das einjährige Fohlen und L 61 das kleine, 1,33 *m* hohe Pferd, welche beide nur vergleichsweise aufgeführt wurden. Ihre Zahlen sind zur Gewinnung der Durchschnittszahlen niemals mitverwandt.

Die Mafse dieser 99 Pferde habe ich als ersten Block in der Haupttabelle, nach den beiden Schlägen geordnet, zusammengestellt. In der Tabelle II gebe ich die daraus berechneten Durchschnittszahlen.

Nehmen wir die Zahlen, welche S. v. Nathusius in den „Messungen an Hengsten, Stuten und Gebrauchspferden“ [1]) angibt, als die normalen an und vergleichen damit die Zahlen unserer Tabelle II, so kommen wir zu folgendem Ergebnis: Die zu den vorliegenden Versuchen benutzten Belgier entsprechen im Durchschnitt in der Widerristhöhe den Original-Belgiern, die Laufpferde aber erreichen im Mittel nicht die Durchschnittsgrösse der deutschen Edelzuchten, sie sind etwa 1 *cm* kleiner. Wichtiger sind die relativen Zahlen für die übrigen Mafse. Diese sind durchweg geringer als

[1]) Heft 112 der „Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft“. — Die dort gegebenen Zahlen sind in Tabelle II in Klammern beigefügt.

die für die betreffenden Schläge von S. v. Nathusius gefundenen und beweisen die Minderwertigkeit des von mir benutzten Materials, wobei allerdings berücksichtigt werden muss, dass S. v. Nathusius meist Zuchttiere gemessen hat, welche ja immer die Elite darstellen, und dazu meist in Ausstellungskondition vorgeführt sind, während die zu vorliegenden Untersuchungen benutzten Pferde im Durchschnitt sich in einem kaum mässigen Ernährungszustande befanden. Dies tritt besonders dadurch in die Erscheinung, dass gerade der Brustumfang der untersuchten Pferde am meisten zu wünschen übrig lässt, und „das ist gerade das Mafs, welches mehr wie jedes andere durch den Futterzustand beeinflusst wird". Die relative Rumpflänge entspricht fast genau den Zahlen, welche S. v. Nathusius für die Gebrauchspferde ermittelt hat, und welche um 3—5 % hinter der Rumpflänge der Zuchtpferde zurückstehen. Der relative Röhrbeinumfang ist bei den Lauf- und Schrittpferden normal, ebenso Kruppenhöhe und Brusttiefe der Laufpferde. Dass die Mafse der untersuchten Schrittpferde mehr schwankten als die der Laufpferde, lässt sich dadurch erklären, dass, wie schon erwähnt, verschiedene Schrittpferdeformen bei den Untersuchungen benutzt werden mussten.

Die Auswahl der Knochen.

Für die Auswahl der Knochen waren zwei Punkte entscheidend: Erstens mussten sie so frei liegen, dass man sie schon am lebenden Tiere möglichst auf ihre Stärke beurteilen kann; zweitens musste ihre Stärke von Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des Pferdes sein. Demnach standen mir zur Wahl die vorderen und die hinteren Röhrbeine. Prof. L. Hoffmann-Stuttgart hatte bei ähnlichen Versuchen[1]) die hinteren Röhrbeine gewählt, und zwar, weil diese die „widerstandsfähigsten von sämtlichen Längs-Extremitätenknochen" des Pferdes seien. Ich entschied mich für das vordere Röhrbein, den Metacarpus, einmal weil dieser meist schon am lebenden Pferde zur Beurteilung der Knochenstärke dient, wie ja auch S. v. Nathusius bei seinen Pferdemessungen das vordere Röhrbein wählte. Dann aber ist auch zu erwägen, dass der widerstandsfähigere Knochen dem Brechen doch weniger ausgesetzt ist. Daher muss es wichtiger erscheinen, die Festigkeit des schwächeren, also des gefährdeteren Knochens zu prüfen. Das ist das vordere Röhrbein.

Das Messen der Knochen.

Ich hatte mich zunächst darüber zu entscheiden, ob ich mit dem eigentlichen Röhrbein allein, also dem Metacarpus III, operieren wollte, oder ob das Röhrbein samt den beiden Griffelbeinen, also Metacarpus II, III und IV, als ein Ganzes zu betrachten war. — Fast immer waren die Griffelbeine, wenigstens stellenweise, so innig mit dem Röhrbein verwachsen, dass eine Trennung dieser Knochen ohne Verletzung der Röhre nicht möglich gewesen wäre. Da hierdurch die Tragkraft des Röhrbeins je nach dem Grade der Verwachsung sehr verschieden beeinflusst werden musste,

[1]) Berliner Tierärztliche Wochenschrift Jahrgang 1901, No. 2.

so war ich genötigt, die drei Knochen als Ganzes zu untersuchen. Das hat natürlich zur Folge, dass sich bei den Festigkeitsuntersuchungen Zahlen ergeben müssen, welche je nach dem Grade der Verwachsung und der Stärke der Griffelbeine die Widerstandsfähigkeit des isoliert gedachten Röhrbeins mehr oder weniger übersteigen, und zwar so, dass die für den Metacarpus III faktisch geltenden Zahlen durchaus nicht äquivalente Teile der durch meine Versuche gewonnenen Zahlen sind. Das mag ja den Wert der vorliegenden Untersuchungen beeinträchtigen; aber es ist doch auch nicht zu übersehen, dass die Widerstandsfähigkeit der Röhrbeine bei lebenden Tieren durch die eben geschilderte Unterstützung der Griffelbeine *auch* gewinnt, so dass man die Prüfung der Röhrbeine *inkl.* der Griffelbeine für die den natürlichen Verhältnissen mehr entsprechende, also richtigere halten kann. Doch stehe ich nicht an zu erklären, dass mich nur die schwierige Abtrennung der Griffelbeine davon zurückgehalten hat, das *isolierte* Röhrbein zu prüfen, weil doch die Untersuchung einfacherer Verhältnisse möglichst der der komplizierteren vorangehen sollte.

Das Belassen der Griffelbeine am Röhrbein hatte einen weiteren Übelstand zur Folge. Da, um die Beschaffenheit der Knochenmasse nicht zu verändern, bei der Reinigung der Knochen von der Benutzung chemisch wirkender Substanzen, selbst vom Kochen abgesehen werden musste, so gestaltete sich diese Arbeit wegen der enganliegenden Griffelbeine sehr schwierig, und es war absolut unmöglich, die Weichteile zwischen Griffelbein und Röhrbein, besonders am proximalen Ende, vollständig zu entfernen. So wurde ich verhindert, die Wägungen der Knochen mit der sonst wünschenswerten Genauigkeit auszuführen. Dadurch wurden berührt die Zahlen für das absolute Gewicht, für das Volumen und für das spezifische Gewicht. Ich musste mich hier mit einer Genauigkeit von $^1/_2$ *g* begnügen, die aber wohl genügen dürfte.

Die Knochenmafse habe ich in der Haupttabelle gleich unter den Pferdemafsen aufgeführt. Jedoch musste ich für die auf den Querschnitt bezüglichen Mafse spezielle Tabellen anlegen, um die Haupttabelle nicht zu überfüllen.

1. Das absolute Gewicht.

Das absolute Gewicht schwankte bei den Laufpferden von 353 *g* (No. L 21 l.) bis 589 *g* (No. L 58 r.) und betrug im Mittel 450,44 *g*. Bei den Schrittpferden variierte es von 453 *g* (No. S 12 l.) bis 726 *g* (No. S 25 r.). Der Durchschnitt war 588,95 *g*.

(Siehe die Tabelle auf Seite 8.)

Wenn auch in einzelnen Fällen das Gewicht des rechten und linken Röhrbeins deutlich differierte (bei den Laufpferden bis zu 6,5 % bei No. L 38, bei den Schrittpferden bis zu 6,6 % bei No. S 34), so verschwindet dieser Unterschied beim Durchschnitt fast ganz. Es betrug im Mittel bei Laufpferden das Gewicht der linken Röhre 450,7 *g*, das der rechten 450,2 *g*. Bei Schrittpferden waren die entsprechenden Zahlen 588,8 und 589,2 *g*.

Hierbei ist nicht zu übersehen, dass bei diesen Gewichtsangaben die Griffelbeine eingeschlossen sind. — Schon hier habe ich den Mangel der Gewichtszahlen für das lebende Pferd empfunden. Ich hätte auf Grund dieser Zahlen gern das Verhältnis zwischen Röhrbeingewicht und Lebendgewicht bei Lauf- und Schrittpferden festgestellt. Dasselbe gilt auch von dem folgenden.

Reihenfolge der Lauf- und Schrittpferde, geordnet nach dem absoluten Gewicht nur des stärkeren Metacarpus jedes Paares.

Laufpferde:						Schrittpferde:			
No. L	Absolutes Gewicht in *g*	No. L	Absolutes Gewicht in *g*	No. L	Absolutes Gewicht in *g*	No. S	Absolutes Gewicht in *g*	No. S	Absolutes Gewicht in *g*
21	359	15	425	47	476	12	460,5	38	599
36	366,5	26	429	57	476	32	465	16	603
34	376	30	430	38	486	1	472	15	605,5
52	381,5	55	430,5	27	488	27	501,5	35	606,5
42	382	6	434,5	54	490	14	517	8	610,5
43	387,5	22	437	59	493	7	517,5	2	612,5
24	390	37	438	13	495,5	17	535	29	616
10	397	39	438	16	498	28	540	26	617
2	397,5	3	441	51	501,5	31	542	33	627
35	398	32	443	46	503,5	30	547,5	11	633
14	403	4	444	28	505	21	551	23	640
19	406	40	445	17	521	10	559	13	645,5
11	406	25	445,5	7	527	22	559	6	651,5
29	409	5	446	31	546	20	563	36	666
20	413	9	447	41	546	34	568	9	676,5
44	416	56	457,5	23	572	5	568,5	18	689
8	420	49	459,5	58	583	24	569	4	699
33	422	48	472,5	18	585	37	581	3	709,5
50	423	1	473,5	12	620,5	19	593,5	25	724,5
53	423	45	475						

2. Das Volumen.

Dies suchte ich nicht zu bestimmen durch Messung der durch die Knochen verdrängten Wassermenge, sondern ich stellte den Gewichtsverlust fest, welchen der Knochen beim Wiegen im Wasser erleidet. Das beruht allerdings auf demselben Prinzip, gibt aber genauere Resultate als die erstgenannte Methode. Um den Knochen im Wasser wiegen zu können, legte ich ihn wagerecht in zwei dünne Drahtschlingen. Vorher wurde er mit einem ins Wasser getauchten Pinsel sorgfältig bestrichen, um das Anhaften von Luftblasen zu verhindern. Diese hätten sein Gewicht im Wasser geringer, seinen Gewichtsverlust und also auch sein Volumen grösser, sein spezifisches Gewicht wieder kleiner erscheinen lassen. Der Gewichtsverlust, den die beiden Drahtschlingen im Wasser erlitten, wurde nicht berücksichtigt; er kam bei der Feinheit des Drahtes und neben der durch die nicht entfernten Weichteile verursachten geringen Ungenauigkeit nicht zur Geltung.

Das Volumen betrug bei den Laufpferden im Mittel 283,7 *ccm* und war am geringsten bei No. L 21 l. mit 220 *ccm*, am höchsten bei No. L 12 r. mit 388,5 *ccm*. Die Schrittpferde zeigten ein Durchschnittsvolumen von 371,8 *ccm* und schwankten von 281 *ccm* (No. S 13 r.) bis zu 457 *ccm* bei No. S 3 r.

Reihenfolge der Lauf- und Schrittpferde, geordnet nach dem Volumen nur des stärkeren Metacarpus jedes Paares.

Laufpferde:						Schrittpferde:			
No. L	Volumen in *ccm*	No. L	Volumen in *ccm*	No. L	Volumen in *ccm*	No. S	Volumen in *ccm*	No. S	Volumen in *ccm*
36	221,5	50	262,5	38	297,5	12	281,5	38	373,5
21	222,5	4	265	47	299	32	296	19	374
42	232,5	55	266,5	13	300	1	300	2	374,5
43	232,5	15	268	27	303	27	307,5	26	376,5
24	233,5	32	270	54	303	14	322	35	381
35	245,5	37	270	16	307,5	21	333	16	382,5
10	246	8	273	48	309	30	333,5	15	388
52	247,5	22	273	28	312,5	7	337	29	391
2	250	5	273,5	7	314	31	339	33	392
11	253	6	276,5	59	314,5	34	341,5	13	399
20	253	25	276,5	46	316,5	17	342,5	23	403,5
34	253,5	9	279,5	17	319	28	347	11	424
19	254	39	283	51	329,5	10	354	36	424
29	254	40	283,5	41	346	24	354,5	9	427
53	254	3	286	58	346,5	5	355	6	427,5
30	257,5	1	287	31	350	22	355	18	438,5
14	258	45	289	23	357	20	362	4	445
33	259	56	290,5	18	370	37	362	25	449
26	261	49	291	12	388,5	8	371,5	3	450
44	262	57	293,5						

Auch beim Volumen ergaben sich einige erhebliche Abweichungen zwischen dem rechten und linken Röhrbein. Diese waren, wie auch die Gewichtsdifferenz, bei Schrittpferden am grössten bei No. S 34, wo sie zugunsten von links 5,9 % betrug. Im Durchschnitt betrug das Volumen links 370,8, rechts 372,8 *ccm*, was eine Differenz von nur 0,54 % ergibt. Bei den Laufpferden war kaum ein Unterschied zwischen links und rechts feszustellen. Das Durchschnittsvolumen betrug links 283,7, rechts 283,8 *ccm*, doch zeigten sich bei einzelnen Pferden Differenzen bis zu 7 % (No. L 51).

3. Das spezifische Gewicht.

Bei der Genauigkeit der Wägungen von $^1/_2$ *g* konnte das spez. Gewicht mit genügender Sicherheit auf zwei Dezimalstellen berechnet werden. Es schwankte bei den Laufpferden von 1,49 (No. L 34 l.) bis 1,68 (No. L 4 und L 58) und betrug im Durchschnitt 1,605. Eine Differenz zwischen links und rechts ergab sich bei den Mittelzahlen erst in der vierten Dezimalstelle, obgleich sich wieder in einzelnen Fällen erhebliche Unterschiede

ergaben, so bei No. L 34 = 7,4 %. Die Schrittpferde zeigten einen Gesamtdurchschnitt von 1,586, rechts einen solchen von 1,585, links von 1,588. Die grösste Differenz zwischen links und rechts wies No. S 7 auf, nämlich 4,6 %. Im ganzen schwankte das spez. Gewicht bei den Schrittpferden von 1,49 (No. S 6 r.) bis 1,66 (No. S 34 l.). Im Durchschnitt ist also das spez. Gewicht bei den Schrittpferden etwas geringer als bei den Laufpferden (1,586 gegen 1,605), und zwar um 0,019 oder 1,2 %. Diese Zahlen erscheinen allerdings so klein, dass man geneigt sein könnte, sie ganz unbeachtet zu lassen, also die Knochen der Lauf- und Schrittpferde nach dem spez. Gewicht gleich zu bewerten. Hierbei ist aber folgendes zu beachten. Alle angeführten Zahlen für das spez. Gewicht beziehen sich nicht auf die Knochenmasse an sich, sondern gelten für den Knochen als Ganzes, also inkl. der Markhöhle. Da diese nur durch das spezifisch leichte Mark ausgefüllt ist, so muss in jedem Falle der ganze Knochen spezifisch leichter sein, als die Knochenmasse an sich. Nun ist aber die Markhöhle der Schrittpferde, wie sich auch bei meinen Untersuchungen der Wandstärke (Seite 17) erwiesen hat, auch relativ grösser als die der Laufpferde. Das muss sich dahin äussern, dass die Differenz zwischen dem spez. Gewicht des ganzen Knochens und dem der eigentlichen Knochenmasse bei den Schrittpferden grösser ist als bei den Laufpferden. Dies ist der Grund dafür, dass das spez. Gewicht der Schrittpferderöhren nach meinen Untersuchungen etwas kleiner ist als das der Laufpferderöhren. Wollte man die berechnete geringe Differenz nur als eine zufällige gelten lassen, so würde man damit ein grösseres spez. Gewicht der eigentlichen Knochenmasse der Schrittpferdeknochen zugeben. Dies hätte sich vielleicht durch Gewichts- und Volumenbestimmungen an äquivalenten Knochenringen deutlich nachweisen lassen. Leider konnte ich das an meinem Knochenmaterial nicht ausführen. Durch die Biegeversuche war zu oft eine Zersplitterung der Knochen verursacht, wobei auch Stücke verloren gingen, so dass lückenlose Knochenringe durch ein Wiederzusammenfügen der einzelnen Bruchstücke nur selten hätten gewonnen werden können.

Die allgemein verbreitete Annahme, die Knochen der Laufpferde seien spezifisch schwerer als die der Schrittpferde, woraus dann weiter auf eine grössere Härte der Laufpferdknochen geschlossen wird, habe ich nicht bestätigt gefunden. Nach mikroskopischen Untersuchungen Dettweilers an Knochenschliffen[1]) scheinen ja auch nennenswerte Rassenunterschiede in der Knochenstruktur nicht zu bestehen. Die Frage aber, wodurch nun die bedeutende individuelle Verschiedenheit im spez. Gewicht und Bau der Knochen verursacht wird, ist noch offen. Wahrscheinlich spielen dabei neben der Abstammung die Ernährung des Pferdes und die Beanspruchung des Knochens eine Rolle. Fraglich bleibt nur, ob und wie weit wir einst imstande sein werden, die Qualität der Knochen durch Berücksichtigung obiger Faktoren zu beeinflussen.

[1]) Deutsche landw. Tierzucht, Jahrgang 1904, No. 27.

4. Die Länge der Röhren.

Die Länge der Röhren wurde mittels einer parallel zur Längsachse des Knochens angelegten Schublehre gemessen. Am distalen Ende lieferte immer die mittlere Rippe der Gelenkrolle den Fixpunkt. Am proximalen Ende war es meist die Spitze, in welcher die beiden vorderen Ränder der durch das Hamatum und Capitatum gebildeten Gelenkflächen zusammenstossen; doch war in einigen Fällen die Spitze an der volaren Seite dieser Gelenkflächen der am weitesten hervortretende Punkt. Wegen der relativ beträchtlichen Grösse dieses Mafses glaubte ich mich hier mit einer Genauigkeit von $^1/_2$ *mm* begnügen zu können.

Bei den Laufpferden beträgt die Länge im Mittel 254,3 *mm*, und der Durchschnitt von links und rechts stimmt genau überein, während sich bei einzelnen Pferden Differenzen bis zu 1,2 % zeigen (No. L 13). Bei den Schrittpferden ist das linke Röhrbein im Mittel 257,1, das rechte 257 *mm* lang, so dass sich hier ein Gesamtdurchschnitt von 257,05 *mm* ergibt, der den der Laufpferde um 3,2 *mm* übertrifft. Die grösste Differenz zwischen links und rechts zeigt hier No. S 17 mit 1,6 %.

Dass die absolute Länge der Schrittpferderöhrbeine diejenige der Laufpferderöhren um etwas übertrifft, hat seinen Grund in der absolut beträchtlicheren Grösse der Schrittpferde. Vergleicht man die Röhrbeinlänge mit der Widerristhöhe, L = 159 *cm*, S = 162 *cm*, so ergibt sich für die Schrittpferde ein Durchschnitt von 15,89 % gegenüber 16,00 % bei den Laufpferden. Dieser Unterschied kommt auch dadurch deutlich zum Ausdruck, dass die betr. Zahlen bei den Schrittpferden zwischen 14,5 (No. S 24) und 16,5 (No. S 2 und 9), bei den Laufpferden zwischen 15,3 (No. L 43) und 17,4 (No. L 18) schwanken, bei beiden also um 2 %, doch so, dass die Zahlen bei den Laufpferden deutlich höher liegen (vergl. Tabelle III). Diese Differenz entspricht dem Unterschied in der relativen Beinlänge beider Rassen, L = 51,96 %, S = 51,13 % der Widerristhöhe.

5. Der Querschnitt des Röhrbeins.

(Hierzu Tabelle IV L und IV S.)

Der kleinste Querschnitt des Metacarpus liegt nicht genau in der Mitte, sondern etwa einen Finger breit tiefer. Ich wählte für meine Messungen aber doch den durch die Mitte der Längsachse gelegten Querschnitt, weil ich bei den Biegeversuchen hier den Druck einwirken liess.

Bei der Untersuchung der verschiedenen Querschnittmafse konnte ich leider nicht *die* Methode anwenden, die ich für die beste zur Erlangung genauer Resultate halte. Das ist nämlich folgende: Aus der Mitte des Röhrbeins wird durch zwei auf der Längsachse senkrecht stehende, also parallele Schnitte ein Knochenring von etwa 4—8 *cm* Höhe herausgenommen. Von diesem wird zunächst Volumen und spez. Gewicht festgestellt. Ersteres durch die Höhe des Ringes dividiert, ergibt den Flächeninhalt des ringförmigen Querschnittes, also der Knochenmasse *ohne* Markhöhle. Aus diesem ist leicht die durchschnittliche Wandstärke zu berechnen. Füllt man dann

die Markhöhle durch eine geeignete Substanz so aus, dass diese mit den Rändern des Knochenringes eine Ebene bildet, so findet man leicht das Volumen des Knochenringes *inkl.* Markhöhle. Hieraus kann nun berechnet werden das Volumen der Markhöhle allein und der Anteil des Markraumes am massiv gedachten Knochenausschnitt, ebenso auch der Anteil der Wände. Durch einfaches Umzeichnen liesse sich dann auch die Form des Querschnittes festlegen. Diese Methode konnte ich leider nicht anwenden, weil ja die Knochen zu Biegeversuchen benutzt werden sollten. Ich konnte nur den grossen und den kleinen Durchmesser des ungefähr ellipsenförmigen Querschnittes durch Messung feststellen. Der kleine liegt in der Längsachse des Pferdes, der grosse rechtwinklig dazu. — Um die verschiedenen Umrissformen des Querschnittes festlegen zu können, hatte ich einen Apparat konstruiert, welcher den Umriss mechanisch genau aufzeichnete, ohne dass dazu der Knochen durchsägt werden brauchte. Leider ist ohne meine Schuld der in Auftrag gegebene Apparat erst fertig geworden, als meine Untersuchungen beendet waren. Es war mir nicht einmal möglich, die Grösse des Umfanges in der Mitte der Röhre festzustellen; das wurde durch die Griffelbeine verhindert.

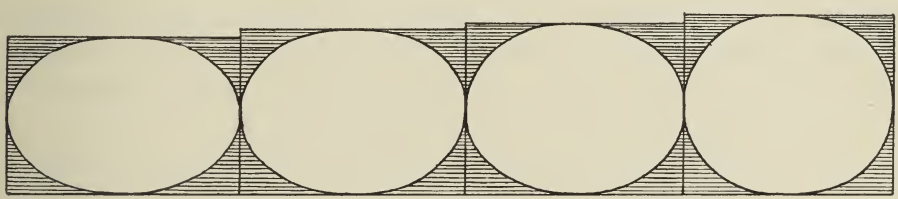
Der grosse und kleine Querschnittdurchmesser wurde mittelst Schublehre auf $^1/_{10}$ *mm* genau festgestellt. Bei dem grossen Durchmesser machte das meist keine Schwierigkeiten. Nur hin und wieder war der Knochen gerade in der Mitte durch die Verwachsung mit den Griffelbeinen, besonders mit dem inneren, so aufgetrieben, dass das Mafs nicht zu nehmen war. Bei der Feststellung des kleinen Durchmessers trat ein anderes Hindernis ein: in vielen Fällen war die volare Seite des Metacarpus derart mit flachen, etwa 3—4 *mm* breiten Längsrippen und Furchen versehen, dass Mafsschwankungen bis zu 1 *mm* entstanden, je nachdem der betreffende Schenkel der Schublehre in eine Furche oder auf eine Rippe gesetzt wurde. Ich habe in solchen Fällen möglichst den Durchschnitt beider Zahlen genommen. Doch konnte das Mafs nicht so zuverlässig werden, wie das des grossen Durchmessers.

Ein *Vergleich beider Durchmesser* zeigt, dass das Röhrbein der Schrittpferde im Durchschnitt etwas flacher gebaut ist als das der Laufpferde. Schwarznecker hält die breite, abgeflachte Form für die zweckmässigere,[1]) müsste also den Schrittpferderöhren den Vorzug geben. Tabelle IV zeigt in Spalte 3 das Verhältnis von kleinem und grossem Durchmesser. Der kleine betrug vom grossen im Mittel bei Schrittpferden 72,55 %, bei Laufpferden 76,74 %. Dieser Unterschied ist aber lange nicht so gross wie der individuelle, welcher bei beiden Rassen fast gleichgross ist und von 66 bis 85 % schwankt. Fig. 1 veranschaulicht das Verhältnis der Querschnittdurchmesser. Alle vier Schnitte sind in der Zeichnung auf denselben Flächeninhalt gebracht und als reine Ellipsen aufgefasst. Zwischen den Durchschnittsformen der Lauf- und Schrittpferde ist kaum ein Unterschied zu erkennen. Die individuellen Abweichungen sind weit auffallender.

[1]) Schwarznecker, Pferdezucht Seite 302.

Zwischen links und rechts bestehen nur geringe Differenzen. Bei Schrittpferden betragen die betr. Zahlen links 72,4 %, rechts 72,7 %, bei Laufpferden links 76,57 %, rechts 76,91 %. Bei beiden Rassen erscheint demnach die linke Röhre etwas flacher.

Will man sich aus der Grösse der Durchmesser ein Bild von der Stärke der Röhrbeine machen, so legt man hierbei besser den *mittleren Durchmesser* zugrunde (siehe Tabelle IV Spalte 4). Dieser schwankt bei den Laufpferden von 28 *mm* (No. L 21 l.) bis 37,1 *mm* (No. L 12 r.) und beträgt im Gesamtdurchschnitt 32,30 *mm*. Bei den Schrittpferden ist der Durchschnitt 36,91 *mm* und das Mafs schwankt von 31,9 *mm* (No. S 1 r.) bis 41,6 *mm* (No. S 4 l.). Die Differenz zwischen linkem und rechtem Röhrbein, die bei einzelnen Paaren immerhin merklich ist, gleicht sich im Durchschnitt fast vollständig aus. Der durchschnittliche mittlere Durchmesser beträgt bei den Laufpferden links 32,22, rechts 32,30 *mm*, bei den Schrittpferden links 36,97, rechts 36,85 *mm*. Beide Röhrenknochen können demnach sowohl bei Laufpferden als bei Schrittpferden im Durchschnitt als gleichstark angenommen werden.



A *B* *C* *D*

Fig. 1 zeigt das Verhältnis des kleinen zum grossen Durchmesser am Querschnitt des Metacarpus: *B* im Durchschnitt der Schrittpferde, *C* im Durchschnitt der Laufpferde, *A* und *D* die flachste und höchste Form sowohl bei Lauf- als auch bei Schrittpferden.

Vergleicht man den mittleren Querdurchmesser mit der Länge der Röhrbeine, so ergibt sich bei den Laufpferden für den mittleren Durchmesser 12,71 % der Länge, bei den Schrittpferden 14,36 %. Das Röhrbein der Schrittpferde ist also nicht nur kürzer, sondern hiernach auch gedrungener gebaut als das der Laufpferde, wie das ja auch der Augenschein lehrt. Die Differenzen zwischen links und rechts sind bei beiden Rassen gering. Bei den Laufpferden erscheint das rechte Röhrbein etwas gedrungener (12,73 % gegen 12,68 %), bei den Schrittpferden das linke (14,38 % gegen 14,34 %).

Aus den beiden Durchmessern berechnete ich den *Flächeninhalt des Querschnittes*, den ich zu diesem Zwecke als Ellipse auffasste, obgleich er dieser Form wohl selten ganz entspricht. Die so gewonnenen Zahlen geben natürlich nicht den Querschnitt der wirksamen, tragenden Knochemasse, denn die Markhöhle ist ja bei dieser Berechnungsweise in den Flächeninhalt einbegriffen. Die Zahlen sollen auch nur ein Bild geben von der Stärke (Dicke) des Knochens. Ich fand bei den Laufpferden im grossen Mittel einen Querschnitt von 806 *qmm* (links 801, rechts 812), bei den Schrittpferden 1047 *qmm* (links 1050, rechts 1045).

Denkt man sich innerhalb des Röhrbeins einen Zylinder von der Länge des Knochens konstruiert, welcher den Querschnitt des Knochens zur Grundfläche hat, so liegt ein grosser Teil des Knochenvolumens ausserhalb dieses Zylinders. Diesen Teil des Röhrbeins fand ich bei Lauf- und Schrittpferden auffallend übereinstimmend; er betrug bei beiden genau 27,5 % des ganzen Volumens. Trotzdem hierbei immer die Griffelbeine mit in das Volumen gerechnet sind, darf man diese Übereinstimmung wohl nicht für eine zufällige halten. Dass die Verdickung nach den Enden zu bei den Schrittpferden stärker erscheint, liegt nur daran, dass diese relativ kürzer sind.

Von besonderem Interesse musste eine Gegenüberstellung von *Knochenquerschnitt* und dem am lebenden Tiere über der Haut gemessenen *Röhrbeinumfang* sein. Ich habe dazu die Tabelle V L und S aufgestellt. Da am lebenden Pferde immer nur der Umfang des linken Röhrbeines festgestellt wurde, so beziehen sich die Zahlen der Tabelle auch nur auf dieses und den linken Metacarpus. — Es wäre mathematisch korrekter gewesen, den *Flächeninhalt* beider Querschnitte (des Knochens und den des Mittelfusses über der Haut) zu vergleichen, weil es ja auf die Tragfähigkeit ankommt. Aber in der Praxis ist es üblich, den Röhrbein*umfang* als Stärkemafs anzugeben. Deshalb habe ich, um vergleichbare Mafse bieten zu können, aus dem mittleren Durchmesser des Metacarpus den ellipsenförmig gedachten Umfang berechnet und dann festgestellt, wieviel Prozent dieser vom Röhrbeinumfang über der Haut beträgt (Spalte 2 der Tabelle V). Dieser Prozentsatz beträgt im Durchschnitt bei den Laufpferden 52,96 %, bei den Schrittpferden 50,88 %, ist also bei den letzteren um ca. 2 % geringer.

Ein Beispiel wird die Grösse dieses Unterschiedes deutlich machen. Denken wir uns 2 Pferde, ein Laufpferd und ein Schrittpferd, bei welchen das erwähnte Durchschnittsverhältnis zwischen Knochen- und Röhrbeinumfang besteht, also beim Laufpferd rund 53 %, beim Schrittpferd rund 51 %. Beide Pferde sollen gleiche Knochenstärke haben. Dann müsste natürlich der Röhrbeinumfang über der Haut beim Schrittpferd ein grösserer sein als beim Laufpferd, und zwar würde er, wenn er beim Laufpferd 20 *cm* beträgt, beim Schrittpferd $\frac{53 \cdot 20}{51} = 20{,}8$ *cm*, also fast 21 *cm* gross sein müssen. Oder umgekehrt: Es ist anzunehmen, dass ein Laufpferd von 20 *cm* Röhrbeinumfang ebenso starke Mittelfussknochen hat, wie ein Schrittpferd von fast 21 *cm* Röhrbeinumfang. Diese Differenz ist nach meiner Meinung mitbedingt durch die kräftigere Ausbildung der Griffelbeine, etwas wohl auch durch den durchschnittlich stärkeren Behang. Ob die Sehnen und die Haut voluminöser entwickelt sind als bei den Laufpferden, habe ich nicht festgestellt. Bedeutender als der Unterschied zwischen beiden Rassen sind die Schwankungen innerhalb derselben, wie die Zahlen in Spalte 4 der Tabelle deutlich zeigen.

Um eine bessere Beurteilung dieser Verhältnisse zu ermöglichen, habe ich die Pferde nach dem besprochenen Prozentsatz geordnet und dann die

Pferde jeder Rasse in fünf Gruppen geteilt. Die mittlere Gruppe C umfasst diejenigen Pferde, bei denen die Prozentsätze den Durchschnittszahlen der betreffenden Rasse am nächsten kommen, also bei den Laufpferden von 52—54 %, bei den Schrittpferden von 50—52 %. Die Pferde in Gruppe B haben einen um 2 % geringeren Knochenumfang, die in Gruppe D einen um ebensoviel grösseren. Die äussersten Gruppen A und E enthalten die Extreme, die ein um fernere 2 % günstigeres oder ungünstigeres Verhältnis zeigen; Gruppe A der Laufpferde ist sogar um 3 % ungünstiger. Spalte 5 gibt den Durchschnittsprozentsatz der Gruppe an, Spalte 6 die Anzahl und Spalte 7 den Prozentsatz der Pferde, welche das Verhältnis zwischen Knochen- und Mittelfussumfang der betreffenden Gruppe haben.

Wir wollen nun annehmen, dass sämtliche Pferde innerhalb jeder der beiden Rassen einen gleichen Umfang des Mittelfusses (über der Haut gemessen) hätten. Daraus wäre aber nicht zu schliessen, dass nun alle Pferde auch gleichstarke Röhrbeinknochen hätten. Die Stärke derselben würde vielmehr mit den Zahlen der Spalte 4 resp. 5 zunehmen, nämlich in dem Verhältnis, wie dasjenige des Knochenumfanges zum Mittelfussumfange wächst. In der Gruppe C wäre die Knochenstärke eine mittlere. Darum wollen wir dieser Gruppe in Spalte 8 die Durchschnittsmafse der Knochenquerschnitte (806 resp. 1047 *qmm*) geben. Den Pferden der übrigen Gruppen wäre dann den Zahlen der Spalten 4 und 5 entsprechend ein kleinerer oder grösserer Knochenquerschnitt zuzusprechen, wie ihn die übrigen Zahlen der Spalte 8 aufweisen. Da im allgemeinen einem stärkeren Knochen auch eine grössere Tragkraft innewohnt als einem mit kleinerem Querschnitte, so würden die Knochen der letzten Gruppen für schwerere, die der ersten Gruppen für leichtere Pferde passend sein. Entspräche z. B. der Knochenquerschnitt der Gruppe C der Laufpferde einem Pferde von 10 Ztr., so würde sich der Knochen der Gruppe B mit seinem kleineren Querschnitt nur für ein Pferd von 9,3 Ztr. eignen, der der Gruppe A sogar nur für ein Pferd von 8,2 Ztr. ausreichen. Umgekehrt würden die Knochen der Gruppe D und E für Pferde von 10,7 und 11,6 Ztr. genügen. Diese Schwankungen in der Knochenstärke würden also vorhanden sein, trotz des gleichen Umfanges des Mittelfusses. Bei den Schrittpferden habe ich in Gruppe C, also als mittleres Gewicht, ein Pferd von 14 Ztr. angenommen. Die Zahlen in den übrigen Gruppen der Schrittpferde zeigen dasselbe Gewichtsverhältnis wie in den Laufpferdegruppen.

Um vorstehende Resultate zu gewinnen, sind wir von Pferden mit gleichem Mittelfussumfang ausgegangen. Nun kann man aber auch umgekehrt lauter Pferde mit gleicher Knochenstärke annehmen und daraus auf den verschiedenen Mittelfussumfang in den 5 Gruppen schliessen. Hätten wir z. B. 100 Laufpferde, alle von einer Knochenstärke, die einem Mittelfuss von 21 *cm* Umfang zukommt, so würden nur die 46 Pferde der Gruppe C diesen Umfang wirklich aufweisen, während die Pferde der Gruppe B 21,8 *cm*, die der Gruppe A sogar 23,0 *cm* Röhrbeinumfang zeigen würden. Dagegen hätten die Pferde der Gruppen D und E bei

derselben Stärke des Röhrbeinknochens nur 20,2 resp. 19,5 *cm* Mittelfussumfang.

Bei den Belgiern habe ich einen Umfang von 23 *cm* als den normalen angenommen. Unter 100 Belgiern von gewünschter Knochenstärke wären dann nur die 22 der Gruppe C mit dem normalen Röhrbeinumfang von 23 *cm*; die 22 der Gruppe B würden 23,9 *cm*, die 14 der Gruppe A 26,1 *cm* haben, während die 28 Pferde der Gruppe D nur 22,1, die 14 der Gruppe E sogar nur 21,3 *cm* aufzuweisen brauchten, um die normale Grösse des Knochenquerschnittes zu haben.

Hält man die durch meine Untersuchungen gewonnenen Zahlen für fähig, verallgemeinert zu werden, und will man aus den vorstehenden Erwägungen auf den Wert der Röhrbeinmessungen am lebenden Pferde schliessen, so kommt man zu folgendem Resultat:

Unter 100 Laufpferden (Schrittpferden) entspricht bei 46 (22) der Umfang des Metacarpus dem durch Messung des Mittelfusses ermittelten Mafse. Bei 16 (22) Pferden (Gruppe B) hat der Knochen eine um 7,5 % (8,3 %) geringere, bei weiteren 10 (14) Pferden (Gruppe A) eine um 17,5 % (23 %) geringere Tragkraft, als das Röhrbeinmafs vermuten lässt. Dagegen haben 16 (28) Pferde (Gruppe D) eine um 7,5 % (7,5 %) grössere und fernere 12 (14) Pferde (Gruppe E) sogar eine um 16 % (15 %) grössere Tragkraft, als dem Röhrbeinumfange entspricht.

Diese Abweichungen erscheinen erheblich durch die geringe Zahl der Pferde mit einem normalen Verhältnis zwischen Knochen- und Mittelfussumfang, besonders der Belgier (22 %). Betrachtet man aber die Grösse der Schwankungen, so erscheinen die Abweichungen viel unbedeutender. Am klarsten zeigen das die Gewichtszahlen in Spalte 9. Schwankungen von kaum einem Zentner, wie sie Gruppe B und D zeigen, können schon durch verschiedenen Futterzustand verursacht werden, ohne dass dieser ein extremer zu sein brauchte. Wir könnten daher diese beiden Gruppen immer noch als normale bezeichnen. Demnach blieben nur die Pferde der äussersten Gruppen A und E, bei denen die Knochenstärke eine anormale ist. Die grössere Knochenstärke in Gruppe E wird man sich gern gefallen lassen. Nur die Pferde der Gruppe A hätten eine Knochenstärke, die man als eine relativ mangelhafte bezeichnen müsste. Das wären 10 % der Laufpferde und 14 % der Schrittpferde. — Ich meine aber, wenn eine Regel der Lehre vom Exterieur uns in 86 oder gar 90 % aller Fälle den richtigen Schluss auf die Leistungsfähigkeit eines Organes gestattet, so können wir damit zufrieden sein.

Ein Vergleich von Lauf- und Schrittpferden auf Grund der Zahlen in Tabelle V lässt das Verhältnis von Knochen- und Mittelfussumfang bei den Laufpferden konstanter erscheinen, weniger durch die Grösse der Abweichungen als durch die Zahl der Pferde (in der Mittelgruppe) mit normalem Verhältnis.

Das kommt daher, dass die untersuchten Laufpferde alle einer bestimmten Form angehörten, während unter den Schrittpferden ausser den Belgiern auch englische und dänische Formen vertreten waren.

Zur besseren Veranschaulichung stellten wir der Knochenstärke ein entsprechendes Körpergewicht des Pferdes gegenüber. Das würde nur dann gerechtfertigt sein, wenn die Beanspruchung der Knochen immer dem Körpergewicht proportional wäre. Über diesen Punkt sind die Autoren aber sehr verschiedener Ansicht. Einen ganz abweichenden Standpunkt nimmt z. B. Rauber ein. Er sagt:[1]) „Die typische Belastung der Röhrenknochen ist die Spannung ihrer Muskulatur. Das Extremitätenskelett lässt sich auffassen als eine Gruppe von Gegenresultierenden, deren Komponenten durch antagonistische Muskelkräfte gegeben sind.“ Zschocke hält es für höchst wahrscheinlich, dass bei einzelnen Knochen, z. B. am Hüftgelenk der Pferde, der Muskeldruck wesentlich grösser ist als der Belastungsdruck, und er schreibt deshalb einen Teil der Knochenform und auch der innern Architektur der Muskelwirkung zu.[2]) Während Meyer und Wolff „in der normalen, aufrechten Stellung diejenige Anforderung an die Knochen erblicken, welche für deren Aufbau massgebend war“, erscheint es Zschocke unrichtig, die Struktur des Knochens (in Hinsicht auf die Maximalleistung desselben) „lediglich nach der Inanspruchnahme beim blossen Stehen zu beurteilen“. Ihm scheint es vielmehr, dass die Knochen bei der Bewegung, z. B. beim Auf- und Niedersprung, am meisten geprüft und mitgenommen werden. — Das wird man ohne weiteres zugeben. Aber wie soll man diese Inanspruchnahme zahlenmässig ausdrücken? Ich musste es in meiner Zusammenstellung in Tabelle V schon beim Körpergewicht bewenden lassen.

Eine andere Frage ist es ja, ob man in Erwägung der bei Laufpferden grösseren Inanspruchnahme der Knochen durch Sprung und Lauf für die Laufpferde nicht stärkere Knochen fordern sollte, als diesen ihrem Körpergewicht nach gegenüber den Schrittpferden zukommt.

Ich schliesse hieran gleich die Betrachtung der Wandstärke der Knochen, obgleich ich diese Mafse erst nach Ausführung der Biegeversuche gewinnen konnte. Ich habe mit einem sehr genau gearbeiteten Tastzirkel gemessen; doch wurde hin und wieder wegen der Zersplitterung des Knochens das Resultat ungenau oder war auch gar nicht festzustellen.

Die Stärke der Wände wurde an 4 Stellen gemessen, welche in Fig. 8 und 9 durch punktierte Linien bezeichnet sind, nämlich in der Mitte der volaren Fläche *(v)*, dieser gegenüber an der dorsalen Wandung *(d)*, ferner an der lateralen Seite *(l)* und dann an der stärksten Stelle der medialen Wand *(m)*. Nachdem die absolute Stärke der Wände festgestellt war, wurde daraus berechnet, wieviel Prozent der Durchmesser jeder Wand vom mittleren Radius des Röhrbeins betrug. Danach wurde noch die absolute und relative Wandstärke jedes Knochens festgestellt. Tabelle VI zeigt die gewonnenen Resultate.

Als wichtigstes Ergebnis geht aus diesen Zahlen hervor, dass die Wandstärke bei den Schrittpferden *absolut* zwar grösser, *relativ* aber kleiner

---

[1]) A. A. Rauber, Elastizität und Festigkeit der Knochen, Leipzig 1876, Seite 73.

[2]) Zschocke, Untersuchungen über das Verhältnis der Knochenbildung, Zürich 1892, Seite 17.

ist als die der Laufpferde. Die mittlere Wandstärke beträgt im Durchschnitt 9,07 *mm* bei Schrittpferden, bei Laufpferden 8,71 *mm*, aber bei

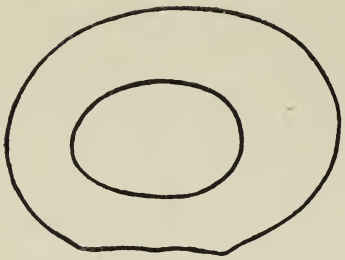


Fig. 2. S 25 l.

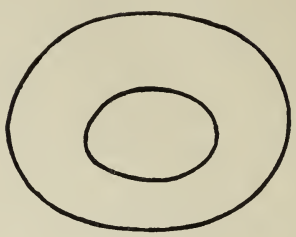


Fig. 3. L 46 r.

Fig. 2 und 3. Beide kommen in ihrer mittleren Wandstärke dem Durchschnitt ihrer Rassen am nächsten.

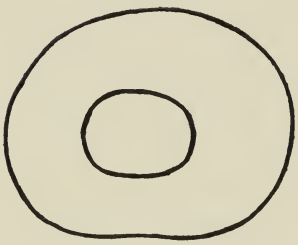


Fig. 4. L 7 l.[1])

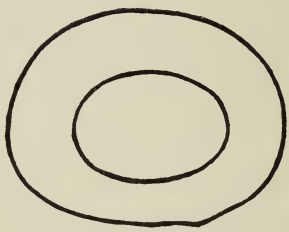


Fig. 5. L 44 r.

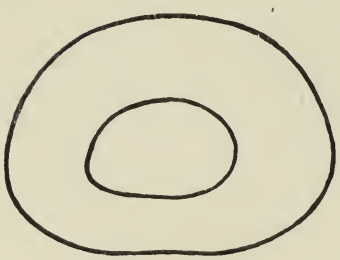


Fig. 6. S 2 l.

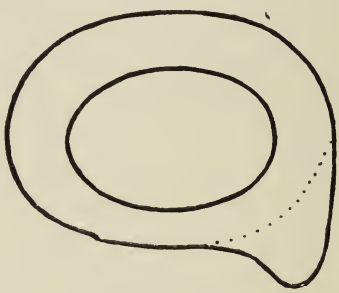


Fig. 7. S 6 r.

Fig. 4—7. Extreme in den Wandstärken bei Laufpferden (L 7 l. und L 44 r.) und bei Schrittpferden (S 2 l. und S 6 r.).

Schrittpferden 49,1 %, bei Laufpferden 53,9 % des mittleren Radius (vergl. Fig. 2 und 3).

---

[1]) Sämtliche Figuren der Knochenquerschnitte sind so orientiert, dass sich immer ein rechter und ein linker Metacarpus gegenüberstehen, so dass die Lage der Seiten in den Figuren auch jedesmal der natürlichen Lage der Knochenwände entspricht. Eine Ausnahme hiervon machen nur die letzten drei Querschnitte (Fig. 21—23), welche alle drei rechtsseitige Knochen darstellen.

Die Schwankungsgrenzen sind:

	Absolut *mm*		Relativ % des mittleren Radius	
	minimal	maximal	minimal	maximal
Bei Laufpferden . .	7,4 (No. L 42 r.)	11,1 (No. L 17 r.)	45% (No. L 44 r.)	63% (No. L 7 l.)[1])
„ Schrittpferden .	7,4 (No. S 6 l.)	10,6 (No. S 2 l.)	36% (No. S 6 r.)	56% No. S 2 l.)

(Vergl. Fig. 4 bis 7.)

Als ich die Knochen des einzigen von mir untersuchten Hengstes (L 1) so starkwandig fand, dass sich dazu nur *ein* Gegenstück (L 7) finden liess, hielt ich es für möglich, dass diese Starkwandigkeit der Knochen eine Eigenart des männlichen Geschlechtes sei, die sich, wenn auch abgeschwächt, auch bei den Wallachen zeigen würde. Ich berechnete deshalb die durchschnittliche Wandstärke der Wallachenknochen für sich allein und verglich sie mit den Durchschnittszahlen der Tabelle VI. Die nachstehende Zusammenstellung zeigt das Ergebnis.

	Laufpferde		Schrittpferde	
	absolut in *mm*	in % des mittl. Radius	absolut in *mm*	in % des mittl. Radius
Durchschnittliche Wandstärke der Wallachen und Stuten zusammen nach Tabelle VI	8,71	53,9	9,07	49,1
Durchschnittliche Wandstärke der Wallachen allein	8,86	54,7	9,27	49,6
Durchschnittliche Wandstärke der Stuten allein	8,65	52,8	8,66	47,2

Es sind demnach die Knochen der Wallache etwas starkwandiger als die der Stuten, in beiden Rassen. Diese Differenz ist im Vergleich zu den grossen Schwankungen innerhalb beider Rassen (um 16 resp. 20 %) sehr gering. Einige der Wallache zeigen auch eine Wandstärke, die bedeutend hinter der durchschnittlichen der betr. Rasse zurücksteht.

Ausserdem finden sich bei den Laufpferden sowohl als bei den Schrittpferden Stuten, welche den Wallachen durchaus gleichkommen in der Wandstärke. Ist doch auch das Pferd, welches die gleiche Wandstärke wie der Hengst zeigt, eine Stute (L 6) und kein Wallach. Die geringe Knochenwandstärke einiger Wallache lässt sich vielleicht auf eine sehr frühzeitige Kastrierung zurückführen.

Da sich unter den untersuchten Schrittpferden weit mehr Wallache (58 %) befinden als unter den 59 Laufpferden (inkl. des Hengstes nur

[1]) L 1 l. zeigt 64 %. Doch habe ich diese Zahl hier nicht angeführt, weil L 1 der einzige Hengst unter den untersuchten Pferden ist.

19 %), so müssen auch die Zahlen für die Wandstärke der Knochen bei den Schrittpferden durch die grössere Wandstärke der Wallachenknochen mehr beeinflusst sein als die der Laufpferde. Wäre der Prozentsatz an Wallachen bei den Schrittpferden ebenso gering wie bei den Laufpferden, so würden die allgemeinen Durchschnittszahlen der Tabelle VI S, sowohl die absoluten wie die relativen, etwas kleiner sein; doch wäre diese Änderung so geringfügig, dass dadurch das Verhältnis zwischen der Wandstärke der Lauf- und Schrittpferdeknochen nicht wesentlich geändert würde.

Die Verteilung der Knochenmasse um die Markhöhle herum wird durch folgende Durchschnittszahlen erläutert.

Stärke der Knochenwand	Laufpferde					Schrittpferde				
	volar	lateral	dorsal	medial	im Durchschnitt	volar	lateral	dorsal	medial	im Durchschnitt
a) absolut in *mm* . .	5,99	8,63	9,25	10,98	8,71	6,29	9,11	8,99	11,89	9,07
b) in % des mittleren Radius	37,0	53,4	57,3	68,0	53,9	34,2	49,4	48,3	64,3	49,1

Diese Verteilung der Knochenmasse, also das Bild des Querschnittringes ist aber individuell so verschieden, dass es schwer fällt, zwei darin

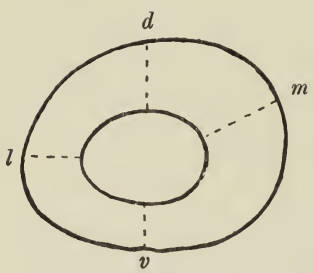


Fig. 8. L 33 l.

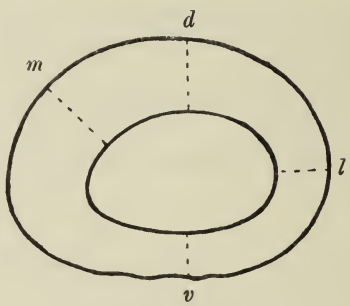


Fig. 9. S 10 r.

Fig. 8 und 9 zeigen schön das Stärkerwerden der Wände von der volaren über die laterale und dorsale zur medialen Seite hin. Die punktierten Linien geben die Stellen an, an welchen die Wandstärke gemessen wurde.

übereinstimmende Knochenpaare zu finden, selbst wenn man nicht auf die absoluten Mafse, sondern nur auf den prozentualen Anteil der Wände am mittleren Querschnittradius sieht. Als Regel lässt sich aber auf Grund vorstehender Zahlen folgendes aufstellen (vergl. Fig. 8 und 9). Am schwächsten ist die volare, am stärksten die mediale Wand, und zwar nach vorn zu. Bei Laufpferden ist in den meisten Fällen die vordere dorsale Wand stärker als die laterale, während bei Schrittpferden dies Verhältnis meist umgekehrt ist. Im allgemeinen kann man aber sagen, dass die Wandstärke von der volaren Fläche aus über die laterale und dorsale fortschreitend nach der medialen Seite hin zunimmt. Von den vorigen

Figuren zeigen No. L 44, S 6 und S 2 diese Zunahme der Wandstärke. Besonders deutlich aber ist das ausgeprägt bei No. S 10 r. und L 33 l. (Fig. 8 und 9). — Sehr bezeichnend für die Variabilität der Wandstärke (Fig. 7 und 8) ist es, dass unter den 200 Knochen nicht einer zu finden ist, welcher die als Durchschnitt berechneten Mafse hat, selbst nicht die prozentualen. Dem Durchschnitt der Preussen kommen am nächsten L 46 r. (Fig. 3) und L 58 l., dem der Belgier S 16 l., S 25 l. (Fig. 2) und S 9 r.

Diese Mafsverhältnisse stimmen überein mit den Ausführungen Eichbaums.[1]) Nach diesem lässt sich die starke Ausbildung der medialen Wand gegenüber der der lateralen aller Knochen der Extremitäten leicht durch den Umstand erklären, „dass infolge der Lage der Schwerlinie des Körpers und der entweder medialwärts gelegenen Gelenkhervorragungen bezw. Vertiefungen oder der höher oder tiefer gestellten medialen Abteilungen der letzteren und der hiermit verbundenen stärkeren Belastung die Mittelkraft medial von der Knochenachse die Querschnitte des Knochens schneiden, die neutrale Achse also lateralwärts von derselben und damit weiter entfernt von der Innenwand gelegen sein muss. Die letztere muss daher in grösserem Mafse auf Druck beansprucht werden, wie die Aussenwand auf Zug".

Dass die vordere, dorsale Wand stärker als die hintere, volare ausgebildet ist, hat nach demselben Verfasser seinen Grund in der leichten Krümmung des Metacarpus, dessen konkave Seite nach vorn und dessen konvexe Seite nach hinten gerichtet ist. Diese Krümmung soll den Zweck haben, die Gewalt des Stosses zu mildern, was wegen der fast senkrechten Stellung dieses Knochens nötig ist. Durch diese Krümmung aber wird die dorsale Wand der neutralen Achse des Knochens genähert, die volare Wand dagegen entfernt, woraus sich eine grössere Beanspruchung und daher stärkere Ausbildung der Vorderwand erklärt. Da also laterale und dorsale Wand die stärksten sind, ist es natürlich, dass an der Berührungsstelle beider die Kompakta die grösste Dicke zeigen muss.

Auffallend ist es aber, dass die dorsale Wand bei den Schrittpferden im Durchschnitt schwächer ist als die laterale, während bei den Laufpferden die Verhältnisse gerade umgekehrt liegen. Das würde erklärlich sein, wenn die Biegung des Metacarpus der Schrittpferde eine geringere wäre als bei den Laufpferden. Leider habe ich bei den Knochenmessungen die Krümmung nicht beachtet, und nach dem Zerbrechen der Knochen lassen sich diese Verhältnisse nicht mehr feststellen. Doch könnte für die geringere Stärke der dorsalen Knochenwand bei den Schrittpferden auch der grössere Querschnitt mitbestimmend sein.

Wahrscheinlich hat Eichbaum bei seinen Untersuchungen nur das Laufpferd beachtet und wohl nur an wenigen Exemplaren. Die für die Stärke der Kompakta des Metacarpus von ihm (Seite 99) angegebenen Mafse (8,5 *mm* als grösste Stärke der vorderen Wand und 7,5 *mm* als stärkste hintere) sind nach meinen Messungen nicht als normale anzusehen.

[1]) Dr. Fr. Eichbaum, Beiträge zur Statik und Mechanik des Pferdeskeletts, Berlin 1890.

Nach den in Tabelle VI gegebenen Zahlen ist die Durchschnittsstärke der dorsalen Wand in der Mitte des Knochens bei Laufpferden 9,24 *mm*, müsste also, da nach Eichbaum die Wand nach oben noch stärker wird, mindestens 9,5 *mm* betragen. Demgegenüber ist die volare Wand mit 7,5 *mm* Dicke als auffallend stark zu bezeichnen.

Ich glaube, dass die individuelle Verschiedenheit in der Stärke der Knochenwandungen viel grösser ist, als allgemein angenommen wird. Auch hier sieht man wieder, wie wichtig grosses Untersuchungsmaterial ist.

Von der Variabilität der Querschnittformen geben die Fig. 10—19 ein Bild. Doch muss ich hierzu bemerken, dass die Figuren wegen der Zersplitterung der Knochen teilweise rekonstruiert werden mussten. Deswegen liessen sich auch keine photographischen Bilder herstellen. Dass auffallende Verschiedenheiten auch zwischen den beiden Knochen eines Paares vorkommen können, zeigen L 41 links und rechts.

Bei der Betrachtung dieser Variabilität drängt sich der Gedanke auf, dass vielleicht die Verschiedenheit in der Verteilung der Wandstärke mit durch eine Verschiedenheit der Belastung des Röhrbeins bei der Arbeit des Pferdes verursacht sein könnte. Dr. Hirsch hat wenigstens nachgewiesen, dass beim Menschen die Wände der Tibia ganz verschieden ausgebildet sind, je nachdem der Beruf eine spezifische Inanspruchnahme des Unterschenkels erfordert.[1]) Bei den Pferden wäre hierbei nicht nur die Art der Arbeit, sondern auch die Stellung des Fesselgelenks (flach oder steil, zeheneng oder zehenweit) von Einfluss. Auch wird bei breiten Pferden im schweren Zug, bei welchem sie den Huf genau in die Mittellinie stellen, so dass das Bein schräg nach innen zu stehen kommt, die Belastung der lateralen Röhrbeinwand eine relativ stärkere sein als bei schmalen Pferden, bei welchen die Schulterblätter doch näher beieinander liegen. Vielleicht ist das auch der Grund dafür, dass bei den Schrittpferden im grossen Mittel die laterale Wand etwas stärker ist als die dorsale, während es bei den Laufpferden gerade umgekehrt ist.

Weiter konnte ich diesen Gedanken an meinem Material nicht verfolgen. Dazu wäre nötig gewesen, dass ich die Art der Arbeit der Pferde genau gekannt hätte. An die Röhrbeine der Pferde L 7 und L 49, beide von den 1. Gardedragonern, Betrachtungen über die Wandstärke bei Reitpferden zu knüpfen, erschien mir nicht angängig. Dazu wäre eine grössere Zahl von Objekten nötig gewesen. Dasselbe gilt von dem einen Artilleriepferd L 12 und dem einen Zirkuspferd L 1, das überdies noch als einziger Hengst den übrigen Pferden doch nur sehr bedingt gegenübergestellt werden durfte.

Die Betrachtung der Knochenwände lenkt unsere Aufmerksamkeit auf die Beschaffenheit der Markhöhle, der Spongiosa und des Markes. Hierauf

[1]) Diese Mitteilung verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Prof. Dr. Rudeloff, unter dessen Leitung Herr Dr. Hirsch seine Untersuchungen im Königl. Material-Prüfungsamt zu Gross-Lichterfelde ausführte. Die darauf bezügliche Veröffentlichung habe ich trotz aller Mühe nicht finden können.

Fig. 10. L 18 l.

Fig. 11. L 40 r.

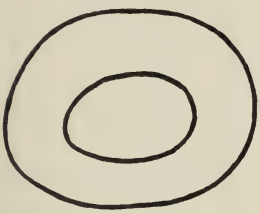


Fig. 12. L 42 l.

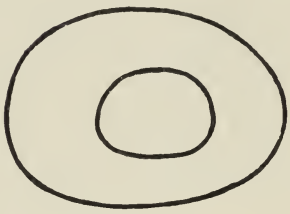


Fig. 13. L 15 r.

Fig. 14. S 36 l.

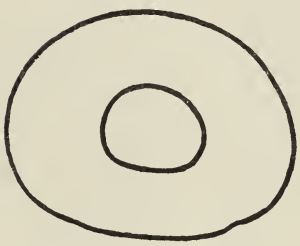


Fig. 15. L 17 r.

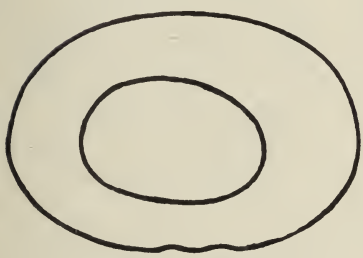


Fig. 16. S 24 l.

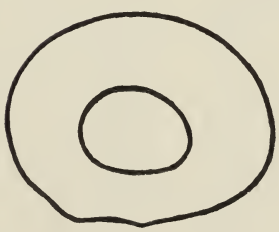


Fig. 17. L 30 r.

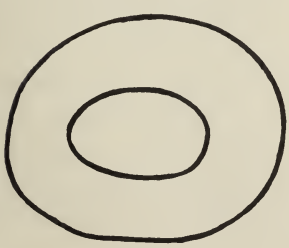


Fig. 18. L 41 l.

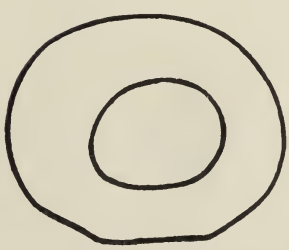


Fig. 19. L 41 r.

Fig. 10—19. Verschiedene Formen der Knochenringe, d. h. der Verteilung der Knochenmasse um die Markhöhle.

habe ich leider bei dem Zerbrechen der Knochen zu wenig geachtet. Auffallend war mir nur die sehr grosse Verschiedenheit in der Farbe des Markes, welche vom blassen Weissgrau bis zum deutlichen Rot variierte. Ausserdem schien mir die Spongiosa sehr verschieden stark ausgebildet. Doch habe ich über beide Punkte nichts notiert, so dass ich daran keine Betrachtungen schliessen kann. Betreffend die verschieden starke Ausbildung der Spongiosa finde ich bei ZSCHOCKE nur die Notiz, dass die Markhöhle bei älteren Tieren „oft eigenmächtig und rücksichtslos in die Epiphysen vorzudringen scheine, so dass die Spongiosa merkwürdig reduziert wird". Dieser Verlust an Knochensubstanz müsste auf das spez. Gewicht der ganzen Knochen einwirken, und zwar derart, dass die Knochen älterer Tiere spezifisch etwas leichter sein müssten als die jüngerer Tiere. Doch ist eine darauf basierende Parallele von Alter und spez. Gewicht bei den untersuchten Knochen (Tabelle XIII) nicht zu erkennen. Die Differenz an Knochensubstanz wird so gering sein, dass sie durch anderes verdeckt wird. ZSCHOCKE hält übrigens die Annahme für prüfenswert, dass dieses Schwinden der Spongiosa eine Folge der Domestikation sei, z. B. bei Rindern, die ständig im Stalle gehalten werden.

Fig. 20. L 43 l. $^1/_4$ nat. Gr. Starke Verwachsung schwacher Griffelbeine mit dem Metacarpus. Die senkrecht schraffierten Flächen sind die für die Biegeversuche abgefrästen Auflagestellen.

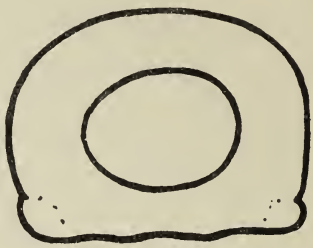


Fig. 21. S 31 r.

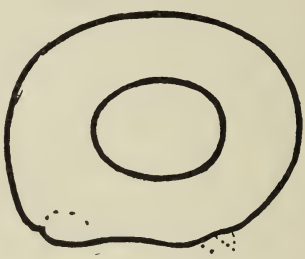


Fig. 22. L 54 r.

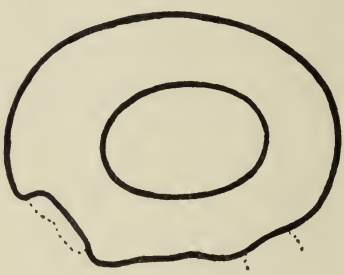


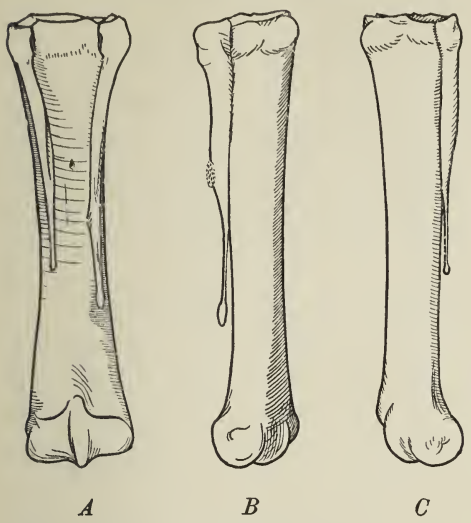
Fig. 23. S 35 r.

Fig. 21—23. $^1/_1$. Veränderungen der Querschnittformen durch Verwachsung der Griffelbeine mit dem Röhrbein. Die Punkte deuten die Lage der Griffelbeine an.

6. Die Griffelbeine.

Von diesen habe ich leider nur 1 Mafs nehmen können, nämlich die Länge. Diese ist aber weniger charakteristisch als ihre Stärke und der Grad der Verwachsung. Letzteres lässt sich leider nicht durch Zahlen ausdrücken. Die Stärke wieder konnte wegen der Verwachsung nicht gemessen werden. Nun wäre es ja in vielen Fällen möglich gewesen, nach der Ausführung der Biegeversuche die Griffelbeine vom Röhrbein mit Gewalt zu trennen und dann das Volumen festzustellen. Aber zur Ermöglichung der Biegeversuche war von allen Röhrbeinen ein grosses

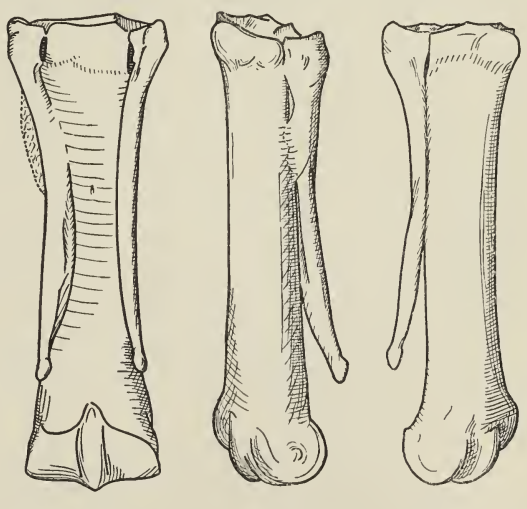
Stück weggeschliffen worden (siehe Fig. 20), so dass die gewinnbaren Volumzahlen wertlos sein mussten. Ich habe darum diese Arbeit nicht ausführen können und war ganz auf mein freies Urteil angewiesen. Hiernach glaube ich folgendes behaupten zu dürfen:



A *B* *C*

Fig. 24. 1/4 nat. Gr. Röhrbein No. L 26 l. *A* von der hinteren, *B* von der inneren, *C* von der äusseren Seite gesehen, mit auffallend schwacher Ausbildung der Griffelbeine.

Die beiden Griffelbeine eines Röhrbeines sind selten ganz übereinstimmend. Bei grösserer Differenz war das innere immer das stärkere. Metacarpus IV ist also in der Rückbildung weiter vorgeschritten. Im allgemeinen waren die Griffelbeine der Schrittpferde voluminöser; die der Laufpferde verjüngten sich nach unten mehr. Alle Griffelbeine, auch die dünnsten, zeigten unten ein kleines Gelenkköpfchen. Die Stärke der Griffelbeine ging nicht parallel mit dem Grade der Verwachsung. Letztere war ganz individuell. Sie beeinflusste oft das Bild des Röhrbeinquerschnittes. Gewöhnlich erschien die Wand des Röhrbeins in der Nähe der Verwachsungsstelle aufgetrieben. Das war selbst dann öfter der Fall, wenn das Griffelbein am Röhrbein nur fest anlag, ohne mit ihm verwachsen zu sein. Fig. 20, das Röhrbein L 43 l. darstellend, zeigt solche tief verwachsenen Griffelbeine, die an sich von geringer Stärke sind.



A *B* *C*

Fig. 25. 1/4 nat. Gr. Röhrbein No. S 23 r. *A* von der hinteren, *B* von der inneren, *C* von der äusseren Seite gesehen, mit extremer Ausbildung beider Griffelbeine, besonders des inneren.

Wie das Bild des Querschnittes durch die Verwachsung des Griffelbeines beeinflusst werden kann, ist aus den Fig. 21—23 (S 31 r., L 54 r. und S 35 r.) zu erkennen, auch aus Fig. 7, 10 u. 14.

Eine extreme Ausbildung der Griffelbeine zeigen L 26 und S 23. Letzterem kann man noch No. D aus den angefügten Torsionsversuchen an die Seite stellen. Während die Rückbildung bei L 26 (Fig. 24), besonders des äusseren Griffelbeines,

einen sehr hohen Grad erreicht hat, machen die Griffelbeine von S 23 (Fig. 25) fast den Eindruck, als hätten sie noch dazu beigetragen, die Körperlast zu tragen. Bei No. D war das innere Griffelbein wohl noch voluminöser als bei S 23, aber durch seine starke Verwachsung erscheint es doch mehr als ein Appendix des Röhrbeins. S 23 dagegen zeigt eine so selbständige und dabei doch kräftige Ausbildung der beiden Griffelbeine, dass man versucht ist, es als ein Bindeglied zwischen Equus caballus und dem Pliohippus resp. dem Hipparion zu betrachten. Bei Laufpferden habe ich eine auch nur annähernd so starke Ausbildung der Griffelbeine nie gefunden, bei Schrittpferden wiederum keine so starke Rückbildung wie bei L 26.

7. Zusammenfassung der Messresultate an den Röhrbeinen.

In der Tabelle VII habe ich sämtliche Messresultate noch einmal zusammengestellt. Daraus ergibt sich folgendes: Die absoluten Mafse der Schrittpferderöhren übertreffen sämtlich die der Röhrbeine der Laufpferde, und zwar ist das absolute Gewicht grösser um 30,7 %, das Volumen um 23,7 %, die Röhrenlänge um 1,3 %, der mittlere Durchmesser um 12,4 %, der Flächeninhalt des totalen Querschnittes um 29,9 % und die Wandstärke um 4 %. Dagegen ist das spez. Gewicht 1,2 % geringer, ebenso der prozentuale Anteil der Wandstärke am mittleren Querschnittradius, nämlich um fast 10 %, was beides meiner Ansicht nach in kausalem Zusammenhang steht. Die grössere Gedrungenheit der Schrittpferderöhren kommt doppelt zum Ausdruck: einmal dadurch, dass das Röhrbein im Verhältnis zur Widerristhöhe um 2,6 % kürzer ist als bei den Laufpferden, und zweitens dadurch, dass der mittlere Durchmesser des Metacarpus im Verhältnis zu dessen Länge um 11 % grösser ist. Ferner fand sich noch ein Unterschied darin, dass das Röhrbein der Schrittpferde flacher gebaut war als das der Laufpferde; die Differenz des prozentualen Anteiles des kleinen vom grossen Querschnittdurchmesser beträgt 5,8 %. Ausserdem ist endlich auffallend, dass bei den Schrittpferden die dorsale Knochenwand schwächer ist als die laterale, während es bei den Laufpferden umgekehrt ist. Ausserhalb des Querschnittzylinders fallen vom Volumen bei beiden Rassen gleiche Anteile der Masse des Metacarpus.

Die Tabelle gibt gleichzeitig die Schwankungsgrenzen. Diese zeigen deutlich, dass die Differenzen innerhalb beider Rassen weit grösser sind als zwischen denselben.

8. Morphologische Asymmetrie der Röhrbeinpaare.

Meckel bezeichnet es in seinen Untersuchungen „über die seitliche Asymmetrie im tierischen Körper“ [1]) als ein sehr grosses Unrecht, dass man dem Knochenskelett die Ehre angetan habe, es als das am meisten symmetrische hinzustellen. Schwarznecker weist in seiner Pferdezucht [2]) auf die häufige Ungleichheit der Sprunggelenke hin. Er hält es für möglich,

[1]) Halle 1822.

[2]) Pferdezucht, 4. Auflage, S. 288.

dass „der linke Fuss des Pferdes, ähnlich wie der rechte Arm des Menschen, durch Übung massiger sich entwickelt als der gegenseitige, und zwar deshalb, weil die Pferde im Naturzustande mit Vorliebe links galoppieren". Das müsste sich natürlich auch am Skelett zeigen. Wie SCHWARZNECKER die linke, so hält BROCA die rechte Seite für die stärker entwickelte. Klarheit darüber aber konnten erst exakte Messungen bringen. Die Symmetrieverhältnisse am Pferdeskelett unterzog K. HEUSS, dem ich auch obige Zitate MECKELS und BROCAS entnehme, eingehenden Untersuchungen.[1]) Er stellte an 24 Pferdeskeletten neben denen von 15 anderen Perissodaktylen die Knochenmafse fest, musste sich aber auf die Untersuchung von Länge und Umfang beschränken. Nur in wenigen Fällen konnte er auch das Gewicht feststellen. Das Längenmafs des Metacarpus nahm er wie bei den vorliegenden Untersuchungen; der Umfang wurde aber „dicht über der Gelenkrolle am distalen Ende" gemessen, was bei meinen Untersuchungen in Hinsicht auf die Prüfung der Biegefestigkeit unzweckmässig gewesen wäre. Wegen dieser verschiedenen Messmethode lassen sich auch die von HEUSS gewonnenen Zahlen mit den vorliegenden nicht vergleichen. Überdies sind nur 2 Schrittpferdeskelette von ihm gemessen. Er kommt zu dem Resultat, dass eine Konstanz in den Differenzen zugunsten einer Seite nicht besteht. Zu demselben Ergebnis führen auch meine Messungen. Tabelle VIII gibt eine Gegenüberstellung der Durchschnittsmafse des linken und rechten Metacarpus. Die Differenzen zwischen beiden sind so gering, dass sie neben den Einzelabweichungen gar nicht in Betracht kommen. Man könnte vielleicht auf gewisse Korrelationen schliessen, wenn die Differenzen nicht ganz hinter den Abweichungen zwischen den Knochen der einzelnen Paare verschwinden würden. Ebensowenig darf man aus der Übereinstimmung der Mafse 3, 4 und 5 der Laufpferde auf eine grössere Symmetrie bei den Pferden dieser Rasse gegenüber den Schrittpferden schliessen. Dazu sind die Differenzen bei denselben Mafsen der Schrittpferde viel zu gering, andere bei den Laufpferden wieder zu gross. Man kommt in bezug auf die Asymmetrie in den Mafsen der Röhrbeinpaare zu dem Schluss, dass sich die grossen Differenzen zwischen den einzelnen Paaren im Durchschnitt nahezu ausgleichen und dass sie dies wahrscheinlich bei genügendem Untersuchungsmaterial ganz tun werden. Eine bedeutende Asymmetrie ist also vorhanden, aber scheinbar nicht zugunsten einer bestimmten Körperseite.

Prüfung der Knochen auf ihre Widerstandsfähigkeit.

Trotzdem die Widerstandsfähigkeit der Pferdeknochen in hippologischen Kreisen so oft erwähnt wird, ist sie doch erst in neuester Zeit einmal Gegenstand einer wissenschaftlichen Untersuchung geworden. Prof. L. HOFFMANN-Stuttgart veröffentlichte 1901[2]) einen kurzen Artikel darüber. Ausser Knochen von Pferden wurden auch solche von anderen Haustieren durch

[1]) KARL HEUSS, „Mafs- und Gewichtsbestimmungen über die morphologische Asymmetrie der Extremitätenknochen des Pferdes und anderer Perissodaktylen". Paderborn 1898.

[2]) Berliner tierärztliche Wochenschrift 1901, No. 2.

ihn untersucht. Die Prüfung bestand in einem Zerdrücken des ganzen Knochens der Längsachse nach und in einem Zerdrücken kongruenter zylindrischer Knochenstücke von gleichem Durchmesser und gleicher Höhe. Bezüglich der Pferdeknochen sagt L. Hoffmann: „Einen Unterschied in der Widerstandsfähigkeit habe ich nur in deren Altersverschiedenheit feststellen können, aber nicht auch in der Herkunft und Rasse.“ Leider ist ein ausführlicher Bericht über diese Untersuchungen bis jetzt noch nicht veröffentlicht. Sehr exakte Untersuchungen über die Knochenfestigkeit hat schon A. Rauber 1876 veröffentlicht.[1]) Aber seine Untersuchungen erstrecken sich fast nur auf Menschenknochen. In der Hauptsache prüfte er prismatische Knochenstäbe, welche bei 80 *mm* Länge einen quadratischen Querschnitt von 2 *mm* Seitenkante hatten.

Sehr schön wäre es, wenn man bei der Prüfung der Widerstandsfähigkeit der Knochen solche Verhältnisse schaffen könnte, wie sie in Wirklichkeit den Bruch des Knochens bedingen. Das ist aber nicht möglich, schon deswegen nicht, weil wir die verschiedenen hierbei mitwirkenden Momente gar nicht genügend kennen. Dann wäre es noch eine weitere Frage, ob wir diese Verhältnisse bei der Prüfung der Knochen künstlich schaffen könnten. Wir müssen uns deshalb begnügen, unsere Untersuchungen so zu gestalten, dass die Widerstandsfähigkeit des Knochens an sich, ohne Berücksichtigung der natürlichen Verhältnisse, zur Geltung kommt. Man kann hierbei zwei verschiedene Wege einschlagen: Entweder man prüft den Knochen als Ganzes oder man prüft einzelne Stücke desselben. Diese können wieder entweder kongruente oder äquivalente Teile der Knochen sein.

Geometrisch kongruente Stücke werden ihrer Struktur nach selten gleichwertig sein können. Die verschiedene Stärke der Knochenwandungen bei verschiedenen Knochen wird immer zur Folge haben, dass bei dünneren Knochenwänden der betr. Ausschnitt mehr Substanz von *beiden* Wandseiten enthält, während bei dickeren Wänden entweder die innere oder die äussere Wandseite mehr Material für den Ausschnitt liefert. Selbst die Stärke der Wölbung der Knochenoberfläche ist schon von Einfluss, da bei der Schaffung ebener Wandflächen der weniger gewölbte (dickere) Knochen bedeutend weniger von seiner festen Rindenschicht verliert als der stärker gewölbte (dünnere) Knochen. Glaubt man, auf die Untersuchung kongruenter Ausschnitte nicht verzichten zu können, so wird man diese von Knochen entnehmen müssen, die möglichst ähnlich gebaut sind. Solche Knochen sind aber, wie sich bei meinen Knochenmessungen ergeben hat, schwer zu finden, und es lässt sich z. B. die Wandstärke der Knochen äusserlich gar nicht erkennen.

Zweckmässiger als die Prüfung kongruenter Stücke erscheint die Untersuchung äquivalenter Teile. Diese wird um so natürlicher sein, ein je grösserer Bruchteil das betr. Stück vom ganzen Knochen ist. Deshalb sind

[1]) „Elastizität und Festigkeit der Knochen“ von A. Rauber. Leipzig 1876.

Knochenringe, welche durch rechtwinklige Schnitte zur Längsachse des Knochens gewonnen werden, sehr geeignete Versuchsstücke. Aber mag man sie noch so hoch wählen, sie bleiben doch immer nur Teile des Knochens, und dieser ist doch ein organisches Ganzes. — Ist es uns darum auch nicht möglich, für unsere Untersuchungen die Verhältnisse zu schaffen, die beim lebenden Tiere den Bruch des Knochens verursachen, so meine ich, dürfen wir doch die Unnatürlichkeit nicht künstlich steigern dadurch, dass wir nur Ausschnitte des Knochens untersuchen. Wir prüfen den Knochen deshalb als Ganzes, was natürlich nicht ausschliesst, dass wir zur Ermöglichung unserer Experimente weniger wichtige Stücke entfernen.

Es soll nun nicht bestritten werden, dass die Prüfung kongruenter Stücke, etwa in der Weise Raubers, auch ihre Vorzüge hat. Man kann dabei mit einem gleichmässigen Material experimentieren, das weit bequemere Zahlen liefert. Aber die Untersuchung der Knochen als Ganzes hat doch so entschiedene Vorzüge, speziell auch für den Praktiker, dass ich mich für sie entschieden habe.

Weiter war nun zu erwägen, ob mit den Knochen Biege-, Knick-, Torsions- oder Zugversuche angestellt werden sollten. Eins ist mit jedem Knochen nur möglich. Ich hielt die beiden ersten für die wichtigsten und hatte anfangs den Plan, den linken Metacarpus für die Biegeversuche und den rechten für die Knickversuche zu benutzen. Doch in der Erwägung, dass die morphologische Asymmetrie beider Knochen die Resultate stark beeinflussen und so zu falschen Schlüssen führen könnte, beschränkte ich mich lieber auf *eine* Art der Untersuchung. Hierdurch war auch die Möglichkeit gegeben, das rechte und linke Röhrbein auf seine Leistungsfähigkeit zu vergleichen. Ich entschied mich für Biegeversuche, da ich annahm, hierdurch deutlichere Resultate als durch Knick- und andere Versuche zu gewinnen, ohne damit sagen zu wollen, dass man gerade aus Biegeversuchen den sichersten Schluss auf die Widerstandsfähigkeit des lebenden Knochens ziehen könnte.

Die gewöhnliche Form der Prüfung geschieht allerdings durch Knickversuche auf ihre rückwirkende Festigkeit in longitudinaler Richtung. Diese Prüfung wirkt aber, wie auch Zschocke anführt,[1]) keineswegs gleichmässig ein; der Druck ist nicht gleich verteilt, sondern bald auf dieser, bald auf jener Seite stärker oder schwächer, der Druck ist nicht zentriert. Dadurch erklärt es sich auch, dass es dabei nicht zur faktischen Knickung der Knochen kommt, sondern dass grössere Stücke unterhalb der Druckstelle abspringen. Die so gewonnenen Zahlen für die Druckfestigkeit sind also von der mehr oder weniger gleichmässigen Verteilung des Druckes über den ganzen Querschnitt abhängig und können nicht ohne weiteres als Mafsstab für die Widerstandsfähigkeit des gesamten Knochens betrachtet werden. Ich führe dies nur an, um es etwaigen Einwänden gegen die Beweiskraft der Biegeversuche entgegenhalten zu können. Eine völlig einwandfreie Prüfungsmethode für unsern Zweck gibt es eben nicht.

[1]) Zschocke, Untersuchungen über das Verhältnis der Knochenbiegung. Zürich 1892.

Wie schon eingangs erwähnt, führte ich die Prüfung der Knochen in dem Königl. Material-Prüfungsamt zu Gross-Lichterfelde, einem Institut der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, aus. Dort standen mir nicht nur die geeigneten Maschinen zur Verfügung, sondern Herr Prof. Rudeloff ermöglichte mir eine korrekte Durchführung der Versuche noch dadurch, dass er mich auf alle bei der Ausführung zu erwartenden Schwierigkeiten aufmerksam machte, welche der Techniker gleich erkennt, der Laie aber erst bemerkt, wenn die Versuche bald beendet sind. Hierfür sage ich Herrn Prof. Rudeloff an dieser Stelle nochmals meinen Dank, ebenso seinem ersten Assistenten Herrn Dr. Stock. Zu ganz besonderem Danke bin ich noch Herrn Dipl.-Ing. Heilmann verpflichtet, welcher die technische Ausführung meiner Biegeversuche leitete und sich alle Mühe gab, meine Arbeit zu fördern.

1. Prüfung der Biegefestigkeit.

Die Biegeversuche wurden mittelst einer hydraulischen Presse, einer Pohlmeyer-Maschine von 50 *t* Druckkraft, ausgeführt. Die Knochen lagen mit den Enden auf zwei zylindrisch abgerundeten Lagern von etwa 20 *mm* Stärke. Damit die Röhrbeine fest auflagen, wurden an ihrer volaren Seite an beiden Enden durch Fräsen ebene Flächen geschaffen. Die Bruchfestigkeit des Knochens konnte dadurch nicht beeinträchtigt werden. Am meisten Masse verloren dabei die Griffelbeine.

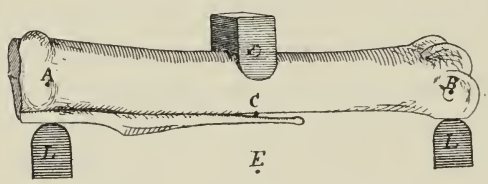


Fig. 26 ($^1/_4$ nat. Gr.) zeigt die Lage der Knochen bei den Biegeversuchen. *L* die beiden Lager, *A* und *B* die Punkte, in welchen die Stifte zur Aufnahme des Durchbiegungs-Messapparates eingesetzt wurden. *C* der Punkt, in welchem der Taster des Messapparates einsetzte. Auf dem Knochen das Druckstück.

Fig. 20 zeigt die so hergestellten Auflageflächen. Die Maschine ermöglichte es, die Lager derartig einzustellen, dass der Knochen mit beiden Enden in der ganzen Breite der abgefrästen Fläche fest auflag. Das Druckstück, welches in der Mitte quer über den Knochen gelegt wurde, war von der Form, wie Fig. 26 es zeigt. Der Radius des kreisförmigen Ausschnittes, welcher mit dem Knochen in Berührung kam, war so gross, dass das Druckstück immer nur in der Mitte, wenn auch mehrere Millimeter breit, auflag. Die untere Seite war, wie bei den Lagern, abgerundet.

Die Presse war mit einem Apparat verbunden, welcher die Grösse des sukzessive zunehmenden Druckes anzeigte. Überdies war sie so konstruiert, dass ein Absinken der Last zu erkennen war, wenn der Druck des Wassers im Knochen keinen genügenden Gegendruck mehr fand, also beim Beginn des Bruches. Aber nur selten war dies Zurückgehen zu beobachten; meist brachen die Knochen ganz plötzlich. Die beiden Hälften wurden dann mit solcher Gewalt hinweggeschleudert, dass das Anbringen von schützenden Drahtgeweben nötig wurde, um Verletzungen der Beobachter und Beschädigungen von Apparaten zu verhüten. Diese Vorrichtung diente gleichzeitig dazu, die einzelnen Knochenstücke zusammenzuhalten.

Bei der verschiedenen Länge der Knochen durfte der Abstand der Lager, die „Stützweite“, nicht immer dieselbe sein, sondern musste der jedesmaligen Röhrbeinlänge entsprechen. Diese Einstellung der Maschine liess sich bequem ausführen. Als zweckmässigste Stützweite erschien mir 86% der Röhrbeinlänge, so dass an jedem Ende 7% der Länge des Knochens über die Stützlinie hinausragte. Massgebend hierfür war, eine möglichst grosse Stützweite und eine möglichst breite Auflagefläche an beiden Enden zu gewinnen.

Fig. 27.

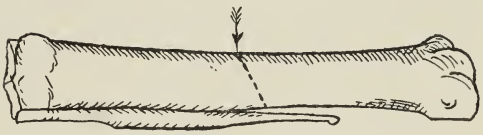


Fig. 28.

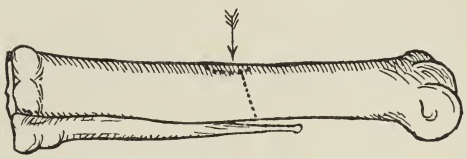


Fig. 29.

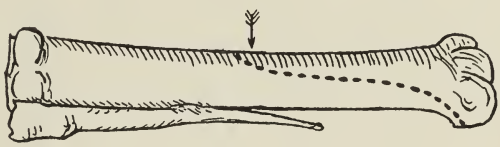


Fig. 30.

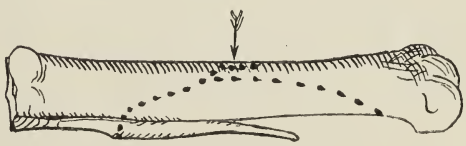


Fig. 31.

Fig. 27—31. 1/4 nat. Gr. Verschiedene Bruchformen der Knochen. Die kleinen Pfeile zeigen die Richtung des einwirkenden Druckes.

2. Bruchformen.

Die Form des Bruches war sehr verschieden, doch liess sich als Regel feststellen, dass der Knochen selten genau in der Mitte brach, wie man nach der Lage des Druckstückes vermuten sollte. Vielmehr trat der Bruch entweder 5—10 *mm* unterhalb der Mitte ein (Fig. 27) oder er war doch schräg nach dem distalen Ende gerichtet (Fig. 28). Selten verlief der Bruch schräg der proximalen Gelenkfläche zu. In der Regel sprang unter dem Druckstück, also von der dorsalen Wand des Knochens, eine flache, etwa zweimarkstückgrosse Knochenplatte los, unter welcher dann der Bruch erfolgte (Fig. 29). Dieser war manchmal so schräg bogenförmig, dass er bis in die Gelenkrolle hineinreichte (Fig. 30). Hin und wieder zersprang der Knochen auch in mehr als 2 Hauptteile. Das geschah dann so, wie es Fig. 31 zeigt. Natürlich traten mannigfache Variationen dieser Bruchformen auf, doch waren obige Grundformen immer zu erkennen. Meist war der Bruch ziemlich symmetrisch bezüglich der lateralen und medialen Wand. Selten stammte ein grösseres Teilstück des Knochens nur von *einer* Wand. Bei einigen Knochen liessen sich noch deutlich weitere Sprünge erkennen. Genauere Untersuchungen habe ich darüber nicht angestellt, doch ist anzunehmen, dass bei allen

Knochen noch mehr oder weniger tiefe Risse entstanden, die makroskopisch nicht wahrzunehmen waren.

3. Die Tragfähigkeit.

Der zum Bruch des Röhrbeins nötige Druck betrug bei den Laufpferden im Durchschnitt 1159,6 *kg* und schwankte von 730 *kg* (L 36 r.) bis 1640 *kg* (L 58 l.). Bei den Schrittpferden betrug er im Mittel 1527,6 *kg*, war also um 368 *kg* oder 31,7 % grösser. Er schwankte hier zwischen 1140 und 1900 *kg* (S 27 l. und S 9 l.).

Reihenfolge der Lauf- und Schrittpferde, geordnet nach der Tragfähigkeit nur des stärkeren Metacarpus jedes Paares.

Laufpferde:						Schrittpferde:			
No. L	Bruchlast in *kg*	No. L	Bruchlast in *kg*	No. L	Bruchlast in *kg*	No. S	Bruchlast in *kg*	No. S	Bruchlast in *kg*
36	770	33	1120	16	1240	1	1200	35	1580
29	940	41	1120	17	1240	28	1260	5	1600
44	945	11	1130	49	1250	20	1270	29	1600
21	950	22	1130	39	1255	27	1270	8	1610
14	1000	48	1130	50	1260	32	1300	3	1630
35	1005	32	1140	28	1270	12	1320	25	1640
19	1030	57	1140	27	1290	21	1330	38	1640
24	1030	59	1140	47	1310	14	1370	17	1650
42	1040	3	1145	4	1320	34	1380	33	1660
40	1045	2	1160	13	1320	30	1520	16	1680
52	1050	26	1170	8	1340	31	1520	36	1700
34	1070	30	1190	1	1350	7	1530	13	1710
37	1070	10	1200	18	1380	37	1540	19	1710
38	1075	46	1200	25	1380	15	1560	23	1710
15	1080	31	1210	54	1380	22	1560	4	1790
53	1080	6	1220	12	1540	24	1560	18	1800
56	1090	9	1220	23	1620	6	1570	2	1850
5	1100	51	1220	7	1640	11	1570	26	1860
43	1100	45	1225	58	1640	10	1580	9	1900
20	1115	55	1230						

Die grosse Differenz zugunsten der Schrittpferde findet zum Teil ihre Erklärung in der grösseren Masse der Schrittpferdeknochen. Will man aber zu einem Urteil über die Qualität der Knochensubstanz beider Pferderassen kommen, so muss man relative Zahlen gegenüberstellen.

Die Tragfähigkeit eines Körpers ist nun (abgesehen von der spezifischen Beschaffenheit seines Stoffes) abhängig von Form und Inhalt seines Querschnittes und von seiner Stützweite.

Betrachten wir zunächst den Querschnitt. Dieser beträgt (Tabelle VII) im Mittel bei den Laufpferden 806, bei den Schrittpferden 1047 *qmm.* Berechnen wir die Tragfähigkeit der Schrittpferderöhren auf den Querschnitt derjenigen der Laufpferde, so ergibt sich eine Tragfähigkeit von

$\frac{1527{,}6\ kg \,.\, 806}{1047} = 1176\ kg$ gegenüber den 1159,6 *kg* der Laufpferde. Dasselbe Verhältnis ergibt sich natürlich auch für die Tragfähigkeit pro *qmm* des Querschnittes. Diese beträgt bei den Laufpferden im Mittel 1432 *g*, bei den Schrittpferden 1456 *g* (Tabelle IX), ist also bei den letzteren immer noch um 1,67 % grösser, wenn diese Zahlen auch nicht mehr so differieren, wie die absoluten mit 31,7 %.

Bedeutender aber wird diese Differenz wieder, wenn wir auch das zweite Moment, die Stützweite, berücksichtigen. Da bei unseren Versuchen die Stützweite immer ein aliquoter Teil der Länge des Knochens war, so können wir bei unseren Berechnungen dafür auch die Knochenlänge selbst einsetzen. Nun beträgt die durchschnittliche Länge der Laufpferderöhren nach Tabelle VII 254,3 *mm*, die der Schrittpferde 257,5 *mm*. Es verhält sich demnach auch die Stützweite der Laufpferdeknochen zu der der Schrittpferde wie 254,3 : 257,5. Es waren also die Schrittpferde etwas ungünstiger bei den Biegeversuchen gestellt. Berechnen wir die Tragkraft eines *qmm* des Querschnittes beider Rassen auf gleiche Stützweite, so muss sich das Resultat für die Schrittpferde noch günstiger stellen. Gehen wir von der Stützweite der Laufpferderöhren aus, so bleibt für diese die Zahl 1432 *g* pro *qmm* des Querschnittes bestehen, bei den Schrittpferden aber ergibt sich $\frac{1456{,}15\ g \,.\, 257{,}5}{254{,}3} = 1474{,}47\ g$ Tragkraft pro *qmm* des Querschnittes, das übertrifft die Laufpferde um 2,95 %.

Dies günstige Resultat ergibt sich für die Schrittpferde, trotzdem die Form ihres Knochenquerschnittes für die Biegeversuche nicht so günstig ist, wie die der Laufpferde. Bekanntlich steigert nicht nur die Grösse, sondern auch die Form des Querschnittes die Tragfähigkeit. Die Leistungsfähigkeit des Querschnittes wächst *einfach* mit der Grundlinie, aber im *Quadrat* mit der Höhe, so dass bei gleichem Flächeninhalt der höhere Querschnitt immer der tragfähigere ist. Nun sind aber die Röhren der Laufpferde höher gebaut als die der Schrittpferde (Tabelle VII Seite 6, vergl. auch die idealen Querschnitte Fig. 1). Es waren also die Laufpferde in der Form des Querschnittes günstiger gestellt und haben doch eine geringere relative Tragkraft gezeigt.

Aber es kommt noch ein ferneres Moment hinzu, welches für die Qualität der Schrittpferdeknochen spricht. Bei der vorstehenden Berechnungsweise ist der Querschnitt immer als geschlossene Fläche betrachtet, die Markhöhle also gar nicht berücksichtigt. Das wäre gerechtfertigt, wenn der Anteil der Markhöhle am Querschnitt, oder was dasselbe ist, die relative Wandstärke bei beiden Rassen die gleiche wäre. Nun ist aber nach den Resultaten meiner Messungen die durchschnittliche Wandstärke der Schrittpferde relativ geringer als die der Laufpferde, nämlich um 9 % (Tabelle VII Reihe 12). Bei Berücksichtigung auch dieses Momentes würden also die Zahlen für die Leistungsfähigkeit des Schrittpferdeknochens noch günstiger werden.

Ich verzichte darauf, diese für die Schrittpferde günstigeren Zahlen, welche sich bei gleicher Form des Querschnittumrisses und gleicher relativer Wandstärke ergeben würden, zu berechnen. Man möchte sonst geltend machen, dass die durch die faktischen Messungen festgestellten Differenzen zu gering wären, als dass man mit diesen Zahlen weiter operieren könnte.

Nun mag mancher diese ganze Berechnungsmethode der Biegefestigkeit für zu kompliziert halten. Der Praktiker hat gern einfache, anschauliche Vergleiche. Ich habe darum die Tragfähigkeit noch verglichen nach dem Volumen, indem ich dieselbe für 1 *ccm* des Knochens (diesen massiv angenommen) berechnete. Das Resultat ist folgendes: 1 *ccm* der Laufpferderöhre trägt im Mittel 411,13 *kg*, 1 *ccm* der Schrittpferderöhre dagegen 417,51 *kg*. Also auch hier schneiden die Schrittpferde günstiger ab, trotz ihrer auch relativ grösseren Markhöhle, wenn auch nur um 1,56 %.

Hier wird vielleicht eingewandt, dass die für die Schrittpferde günstigeren Zahlen durch den grösseren Prozentsatz von Wallachen verursacht seien, da diese stärkere Knochenwände besässen. Demgegenüber stelle ich noch einmal die betreffenden Zahlen zusammen:

Die durchschnittl. Wandstärke beträgt vom mittleren Radius des Querschnittes:	Bei Laufpferden %	Bei Schrittpferden %
Bei Stuten und Wallachen zusammen	53,9	49,1
„ Wallachen allein	54,7	49,6
„ Stuten allein	52,8	47,2

Die Wandstärke der Wallachen unter den Schrittpferden bleibt immer noch geringer als die Wandstärke der Stutenknochen unter den Laufpferden. Man wird also die ermittelte grössere Leistungsfähigkeit der Schrittpferdeknochen nicht durch die grössere Zahl von Wallachen erklären können.

4. Die Durchbiegung der Knochen.

Bei den Biegeversuchen wollte ich nicht nur die Grösse des Druckes messen, welcher nötig war, den Knochen zu zerbrechen, sondern es sollte gleichzeitig der Grad der Durchbiegung festgestellt werden, um hieraus auf die Elastizität der Knochen schliessen zu können. Diese Feststellung hat die meisten Umstände, den grössten Zeitaufwand bei meinen ganzen Untersuchungen verursacht, und doch muss ich gestehen, dass ich den beabsichtigten Zweck nicht erreichte. Ein klares Urteil über die Elastizität der Laufpferdeknochen gegenüber der der Schrittpferde lässt sich aus den erhaltenen Zahlen nicht gewinnen. Ich beschränke mich deshalb auf die Wiedergabe der Prüfungsergebnisse, ohne weitere Erwägungen daran zu knüpfen. Diese Zahlen erwecken immerhin so viel Interesse, dass ihre

Mitteilung hier gerechtfertigt erscheint, und sie können bei späteren Untersuchungen vielleicht als Material verwandt werden.

Die Feststellung der Durchbiegung erscheint zunächst sehr einfach, als wäre es nur nötig, die Abstandsverringerung des Punktes *D* oder *C* des Knochens Fig. 26 von dem senkrecht darunter liegenden Punkt *E* der Maschine zu messen. Nun wird aber der Knochen durch den Druck in *D* so stark auf die Lager gepresst, dass man annehmen muss, dass die beiden Lager in den Knochen etwas eindringen, oder anders gesagt: dass die Punkte *A* und *B* sich den Lagern nähern. Die Abstandsverringerung zwischen *D* (resp. *C*) und *E* ist demnach nicht reine Durchbiegung, sondern Summe von Durchbiegung und Verdrückung an den Auflagestellen. Da die Auflageflächen der Knochen breit hergerichtet wurden, kann das Hineinpressen des Knochens in die Lager ja nicht bedeutend sein, muss aber, weil es sich bei der Durchbiegung immer nur um Hundertstel Millimeter handelt, berücksichtigt werden. Um die durch das Hineinpressen der Lager in den Knochen entstehenden Ungenauigkeiten auszuscheiden, muss die Lageveränderung der Punkte *D* resp. *C* zu festen Punkten innerhalb des Knochens selbst festgestellt werden. Darin lag die Schwierigkeit des Experimentes.

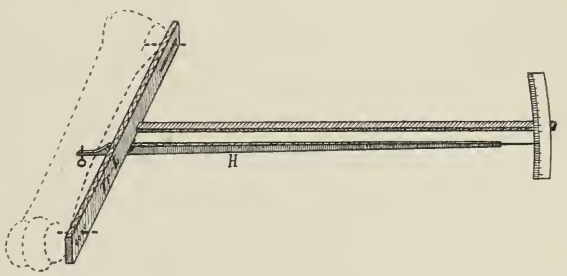


Fig. 32. ca. $^1/_6$ nat. Grösse. Hebelapparat zur Feststellung der faktischen Durchbiegung. *Tr L* Tragleiste, auf die beiden Messingstifte des Knochens gestreift, *H* Hebel, beweglich an der Tragleiste aufgehängt, links mit dem unter den Knochen passenden Taster, rechts auf einer Skala die Grösse der Durchbiegung anzeigend.

In jeden Knochen wurden auf einer Seite in den Punkten *A* und *B*, welche um die Stützweite des Knochens entfernt waren, also senkrecht über den Scheiteln der beiden Lager lagen, zwei etwa 2 *mm* starke und ca. 30 *mm* herausragende Messingstifte so eingesetzt, dass sie senkrecht zur Längsachse des Knochens und parallel zu den Auflageflächen standen, bei dem aufliegenden Knochen also horizontal nach der Seite gerichtet waren. An diesen Stiften wurde nun ein Apparat befestigt, welcher die Durchbiegung des Punktes *C* zur Linie *AB* anzeigte, wodurch die Lageveränderung des Knochens zur Maschine eliminiert war.

Dieser Apparat wurde nach Angaben des Herrn Prof. Rudeloff konstruiert und ist in Fig. 32 dargestellt. Die Tragleiste „*Tr L*“ war an einem Ende mit einem Schlitz, am anderen mit mehreren Löchern versehen, womit sie auf die Messingstifte des Knochens aufgestreift werden konnte. Diese Einrichtung ermöglichte die Befestigung bei jeder Entfernung der Stifte, der verschiedenen Stützweite entsprechend. Der bewegliche Hebelarm *H* war durch ein Scharnier beweglich an der Tragleiste befestigt. Sein kürzerer Arm war so abgeschrägt, dass er bequem unter jeden Knochen

fasste. Ein verschiebbarer Messingstift an seinem Ende diente als Taster. Die an einem langen, festen Arm angebrachte Skala zeigte Millimeterteilung. Die Durchbiegung wurde nach je 100 *kg* Belastung abgelesen. Aus den angezeigten Maßen wurde dann die faktische Durchbiegung berechnet.

So zweckmässig der Apparat konstruiert war, schien er doch nicht ordentlich zu funktionieren. Er zeigte bei den einzelnen Druckstufen so unregelmässige Durchbiegungen an, wie sie nicht zu erwarten waren. Oft waren die Schwankungen so gross, dass ich glaubte, sie nicht passieren lassen zu dürfen, und bei manchen Knochen wurden deshalb die Biegeversuche wohl dreimal begonnen. Ein Grund für die Unregelmässigkeiten war vorläufig nicht zu finden; darum liessen sie sich auch nicht abstellen.

Ein anderer Übelstand war der notwendig leichte Bau des Apparates, der es nötig machte, den Apparat vor dem Bruch des Röhrbeins jedesmal abzunehmen, wenn er nicht zertrümmert werden sollte. Dies Abnehmen (während der Knochen in der Maschine belastet war) war immer mit Schwierigkeiten verknüpft. Manchmal überschätzte man auch die Tragkraft des Knochens und der Bruch trat ein, ehe der Apparat entfernt war. Dann waren wieder langwierige Reparaturen nötig. Einmal musste sogar der Apparat gänzlich erneuert werden. Der Hauptfehler war aber der, dass man wegen der vorherigen Entfernung des Apparates die Durchbiegung innerhalb der letzten Druckstufen, die doch gerade die wichtigsten Zahlen erwarten liessen, nicht feststellen konnte.

Deshalb entschloss ich mich, nachdem ich bei etwa 80 Knochen diesen Messapparat angewandt hatte, ihn nicht weiter zu benutzen, sondern einen stabileren Messapparat anzubringen. Dieser wurde nicht am Knochen, sondern an der Maschine befestigt, so dass ich die oben erwähnten, durch das Hineinpressen der Lager in den Knochen entstehenden Ungenauigkeiten in den Kauf nehmen musste. Doch war anzunehmen, dass sich diese bei allen Knochen annähernd ausgleichen würden. Nun konnte ich schneller arbeiten und brauchte bei keinem Knochen mehrere Male zu beginnen, was doch auch die Widerstandsfähigkeit der Knochen beeinflussen konnte. Die Durchbiegungsschwankungen wollten allerdings doch nicht verschwinden, wodurch ich darauf hingewiesen wurde, den Grund dafür in den Knochen selbst zu suchen. Es war nun möglich, auch die Durchbiegung der letzten Druckstufen zu messen. Dafür konnte allerdings mit diesem Apparat wieder nicht die Durchbiegung der ersten Druckstufe festgestellt werden. Aber gerade diese hat nur geringen Wert, da es sich bei Gebrauch des ersten Apparates gezeigt hatte, dass die Zahlen für die Durchbiegung der ersten Druckstufe weitaus am meisten über die wahrscheinliche Durchbiegung hinausgehen. Das mag daher kommen, dass sich bei Beginn des Druckes der Knochen erst den Lagern und dem Druckstück fest anschmiegt. — Dieser neue Apparat zeigte die Durchbiegung in $^1/_{500}$ *mm* an, während die beiden in Fig. 32 dargestellten eine etwa 8 resp. 9 fache Übersetzung hatten.

In den Tabellen habe ich die Durchbiegung daraus in $^1/_{100}$ *mm* angegeben, und zwar in Druckstufen von je 100 *kg*. Einige Male wurde das Ablesen verpasst. Dann gibt die betr. Zahl der Tabelle die Grösse der Durchbiegung für die beiden Druckstufen an.

Die Haupttabelle zeigt die gewonnenen Zahlen. Trotz der oben erwähnten Schwankungen ist deutlich ersichtlich, wie im allgemeinen die Durchbiegung in den höheren Druckstufen eine grössere wird. Bei der tabellarischen Eintragung habe ich die Unregelmässigkeiten der Durchbiegung nicht auszugleichen gesucht, sondern habe sie genau wiedergegeben. Die Knochen der Laufpferde No. 17, 20, 23, 25, 26 und 29 konnten wegen mangelnder Zeit auf ihre Durchbiegung nicht geprüft werden. Ich habe dann wenigstens, um das Material zu verwerten, die Bruchlast festgestellt.

Aus den so gewonnenen Zahlen galt es nun, zu einem Urteil über die Elastizität der Laufpferd- und Schrittpferdröhren zu gelangen. Auf die Feststellung der Gesamtdurchbiegung der einzelnen Knochen glaubte ich im Hinblick auf die Unregelmässigkeiten innerhalb der ersten Druckstufen verzichten zu müssen. War es doch fraglich, ob die gewonnenen Zahlen wirklich nur von der Durchbiegung der Knochen herrührten, und ob nicht ein anderes Moment mitwirkte. Ich werde hierauf im Abschnitte über die Ursachen der unregelmässigen Widerstandsfähigkeit der Knochen noch näher eingehen.

Einwandfreiere Vergleichszahlen als die der Gesamtdurchbiegung glaubte ich zu bekommen, wenn ich nur die Durchbiegungssumme der zweiten Hälfte aller Druckstufen berücksichtigte. Die Zahlen hierfür (also für die zweite Hälfte allein) habe ich in der Haupttabelle angegeben. Bei ungerader Zahl der Druckstufen wurde die mittlere zur Hälfte mitgerechnet. Da die Knochen selten gerade *dann* brachen, wenn ein volles neues Hundert von Kilogrammen Druck erreicht war, so wurde die Durchbiegung für die über das letzte volle Hundert hinausgehende Druckkraft nicht mehr festgestellt. Es wurde z. B. für den Knochen L 41 r., der erst bei 1095 *kg* Belastung brach, die letzte Durchbiegung bei 1000 *kg* Belastung mit 55 Hundertsteln Millimeter abgelesen. Danach ertrug der Knochen noch eine Mehrbelastung von 95, also fast 100 *kg*, für welche die Durchbiegung nicht mehr gemessen wurde. Diese Durchbiegung innerhalb der letzten angefangenen Druckstufe durfte bei der Feststellung der „Gesamtdurchbiegung“ nicht übersehen werden. Ich suchte sie deshalb zu berechnen. Als Anhalt hierfür dienten mir diejenigen Knochen, welche gerade während der Ablesung, also am Ende einer Druckstufe gebrochen waren. Bei diesen war die Durchbiegung bis zur Grenze festgestellt und die Betrachtung der Durchbiegung der letzten Druckstufe dieser Knochen liess es tunlich erscheinen, diese Grösse bei den übrigen Knochen für die über den letzten vollen Hunderter überschiessende Belastung nach folgender Formel festzustellen:

$$\frac{\text{Summe der Durchbiegung} \times 2 \times \text{überschiessende Belastung}}{\text{Zahl der Druckstufen} \times 100},$$

also für den erwähnten Knochen L 41 r. $\frac{207 \cdot 2 \cdot 95}{5 \cdot 100} = 79$. Die so gewonnenen Zahlen wurden

dann der Summe der Durchbiegung der letzten Hälfte der Druckstufen hinzugezählt, und es ergab sich so die „Gesamtdurchbiegung“.

Einwandfrei ist diese Berechnungsweise zwar nicht; aber sie dürfte genügen, ein ungefähres Bild der Elastizität der Knochen zu geben. Natürlich konnten die Röhrbeine, bei welchen die Durchbiegung mit dem in Fig. 32 wiedergegebenen Messapparate festgestellt war, nicht zur Berechnung dieser „Gesamtdurchbiegung“ benutzt werden, da hier die Durchbiegung der letzten und wichtigsten Druckstufen nicht gemessen war. Die Durch-

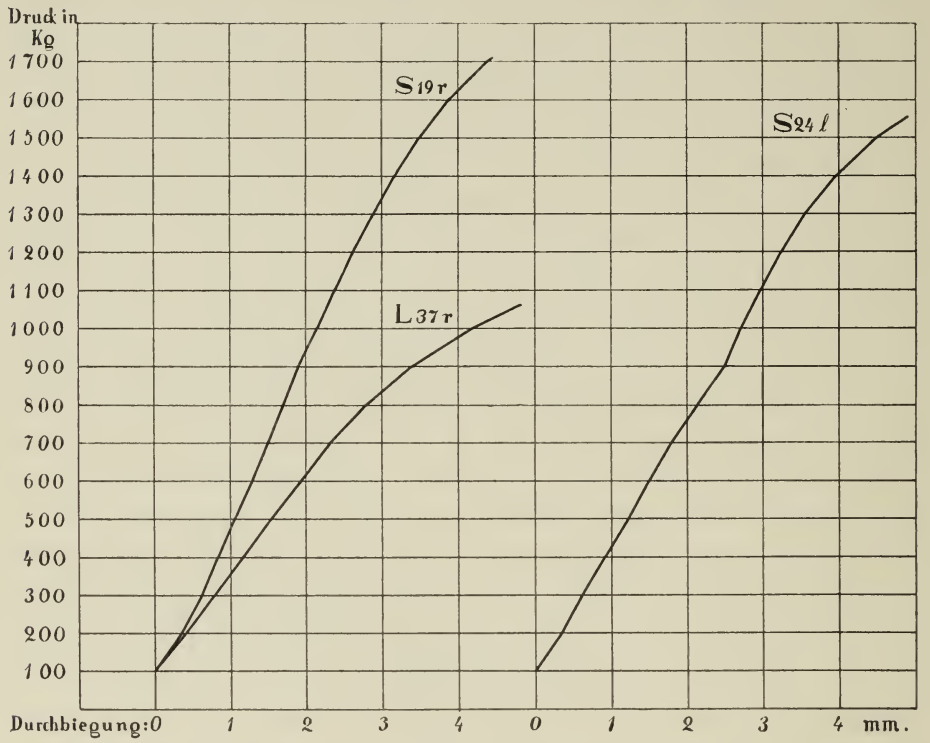


Fig. 33. Biegungskurven dreier Röhrbeine. S 19 r. und L 37 r. normal verlaufend, d. h. während der ersten Hälfte der Belastung unregelmässig, danach gleichmässig nachgebend. S 24 l. bis zum Druck von 900 *kg* normal (unregelmässig), dann plötzlich stärkeren Widerstand leistend.

schnittszahlen beruhen deshalb nur auf Messungen an 36 Laufpferden und 20 Schrittpferden.

Eine Zusammenstellung der Resultate gibt Tabelle X. Aus dieser geht hervor, dass die Durchbiegung bei den Schrittpferden trotz der grösseren Zahl der Druckstufen und trotz der grösseren Stützweite eine geringere als bei den Laufpferden ist. Der Grund hierfür ist aber meines Erachtens nicht ein spröderes Material der Schrittpferdeknochen, vielmehr findet diese Erscheinung in der Verschiedenheit von Form und Inhalt des Querschnittes eine genügende Erklärung.

Um von der verschiedenen Durchbiegung der Knochen ein anschauliches Bild zu geben, füge ich in Fig. 33 die Biegungskurven einiger Knochen

bei. Diese zeigen deutlich die Unregelmässigkeit der Durchbiegung in den ersten Druckstufen und die Zunahme derselben zum Schlusse hin. Das auch zur Anschauung gebrachte abnorme Verhalten des Knochens S 24 l. werde ich noch weiterhin erwähnen.

5. Asymmetrie der Leistung. (Tabelle XI).

Eine Gegenüberstellung der Leistungsfähigkeit der linken und rechten Röhrbeine gibt Tabelle XI. Diese zeigt, dass sowohl nach Tragfähigkeit als auch nach Biegsamkeit bei beiden Gruppen das linke Röhrbein dem rechten überlegen ist, sowohl absolut als auch relativ. Die Differenzen sind aber nur gering und gelten auch nur für den Durchschnitt. Der Unterschied in der Leistungsfähigkeit zwischen den beiden Knochen eines zusammengehörigen Paares ist meist bedeutender; oft ist er so gross, dass die durchschnittlichen Differenzen daneben ganz verschwinden. Das zeigen die Zahlen für die absoluten Leistungen einiger Knochen, welche in der Tabelle beigegeben sind.

Vergleicht man die Asymmetrie der Leistung (Tabelle X) mit der der Form (Tabelle VIII), so sucht man vergebens nach einer Parallele. Das liegt wohl in der Geringfügigkeit der Differenzen in beiden Tabellen begründet und führt zu der Annahme, dass diese geringen Unterschiede nur zufällige sind, die wahrscheinlich bei Behandlung noch grösseren Materials immer mehr verschwinden.

Wollte man aus den geringfügigen Differenzen einen Schluss über das Verhältnis von Leistungsfähigkeit und Form wagen, so würde man sagen müssen, dass das stärkere (linke) Röhrbein im Durchschnitt ein etwas geringeres Volumen, geringere oder gleiche Länge, flacheren Bau und ein höheres oder gleiches spezifisches Gewicht hat. Auffallend ist hierbei vor allem, dass ein flacherer Bau für die Tragfähigkeit günstig sein soll, während sonst allgemein das Gegenteil der Fall ist. Sieht man aber, dass der Unterschied in der Höhe des Querschnittes nur 0,3 resp. 0,4 % beträgt, so wird man dadurch noch mehr in der Annahme bestärkt, dass diese kleinen Differenzen auf Messungsfehlern oder Zufälligkeiten beruhen werden.

6. Vergleich nur der stärkeren Knochen der einzelnen Röhrbeinpaare (Tabelle XII).

Die grossen Differenzen in der Widerstandsfähigkeit zwischen den beiden zusammengehörigen Knochen einzelner Röhrbeinpaare kann zu der Vermutung führen, dass manche der schwächeren Knochen pathologisch verändert seien. Vielleicht wäre es daher richtiger gewesen, nur den jedesmal leistungsfähigeren Knochen jedes Paares bei den Berechnungen zu berücksichtigen. Doch habe ich zunächst lieber mit den Zahlen sämtlicher Knochen operiert, um das zur Verfügung stehende mühsam gesammelte Material möglichst auszunutzen. Danach füge ich nun in der Tabelle XII eine Zusammenstellung der Durchschnittszahlen über die Leistungsfähigkeit nur des stärkeren von beiden Röhrknochen an.[1]) Zum bequemeren Ver-

[1]) Aus denselben Erwägungen sind schon in den kleinen Tabellen Seite 8, 9 und 32 nur die Zahlen für das stärkere Röhrbein gegeben.

gleich habe ich gleich die allgemeinen Durchschnittszahlen aus Tabelle IX und X daneben gestellt und in jedem Falle die Differenz der Leistung zwischen Lauf- und Schrittpferden in Prozenten beigefügt.

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass das Verhältnis in der Leistungsfähigkeit zugunsten der Schrittpferde ungefähr dasselbe geblieben ist. Nur die Differenz in der Tragkraft für jeden Kubikzentimeter des Volumens hat sich erheblich verringert, auf ein Drittel der allgemeinen Durchschnittsdifferenz; doch geht auch hier noch das Schrittpferd dem Laufpferd in der Leistungsfähigkeit voran.

7. Korrelation von Form und Leistung.

Wie die Abschnitte über Asymmetrie in Form und Leistung gezeigt haben, ist es schwierig, eine Parallele zwischen beiden zu finden. Ich wollte aber doch die Möglichkeit geben, irgendwelche Korrelationen herauszufinden und habe deshalb in den Tabellen XIII L und S die stärkeren Röhrbeine der einzelnen Paare noch einmal zusammengestellt. Es sind aber nicht die einzelnen Mafse und Leistungen der Knochen aufgeführt, sondern jedes Röhrbein hat in jeder Spalte diejenige Ordnungsnummer erhalten, welche seinem Mafs oder seiner Leistung in der betr. Spalte zukommt. Aus der Tabelle ist also z. B. zu ersehen, dass das stärkere linke Röhrbein des Laufpferdes No. 1 nach dem absoluten Gewicht das 40., nach dem Volumen das 36. ist usw. Da es dasselbe spezifische Gewicht hat wie das Röhrbein von L 13, so mussten beide den gleichen Rang erhalten. Da ferner aber zwei Knochen auch zwei Nummern haben müssen, wurden beide mit den Zahlen „51 und 52“ bezeichnet. Aus denselben Erwägungen wurden auch in der Rubrik „Gesamtdurchbiegung“ bei den Laufpferden, die in dieser Spalte nur 36 Nummern enthalten, die Zahlen 1—59, bei den Schrittpferden statt der vorhandenen 20 Nummern die Zahlen 1—38 verwandt, weil ja sonst kein Vergleich mit den übrigen Spalten möglich war. Dadurch, dass in regelmässigen Zwischenräumen einige Zahlen ausgelassen wurden, konnte dies durchgeführt werden. Nach demselben Grundsatz ist auch in den beiden Spalten für die Wandstärke verfahren, wo auch einige Zahlen fehlen.

Zur Vervollständigung dieser Tabelle ist das Verhältnis der Knochenstärke zum über der Haut gemessenen Röhrbeinumfang und das Alter mit aufgeführt.

Fast genau gleichlaufend müssen in dieser Zusammenstellung natürlich die Spalten „mittlerer Durchmesser“ und „Flächeninhalt des Querschnittes“ sein, ebenso „absolutes Gewicht“ und „Volumen“. Auch die beiden Spalten für die relative Tragfähigkeit gehen einigermassen parallel. Aber eine weitere deutliche Parallele herauszufinden, ist mir nicht möglich gewesen. Das schliesst aber nicht aus, dass eine solche Parallele zwischen Form und Leistung doch vorhanden ist und nur dadurch verdeckt wird, dass immer *mehrere* Formmomente als Faktoren gemeinsam die Leistung beeinflussen.

8. Ursachen der unregelmässigen Widerstandsfähigkeit.

Die Widerstandsfähigkeit der Knochen zeigt in zweifacher Hinsicht eine gewisse Regellosigkeit: erstens in der Zunahme der Durchbiegung innerhalb der einzelnen Druckstufen, zweitens in der scheinbaren Unabhängigkeit der Tragkraft vom morphologischen Bau, wie sie besonders durch die Differenz der Tragkraft der beiden Knochen zusammengehörender Paare, die keine äusserliche Verschiedenheit zeigen, zum Ausdruck kommt. Ganz allgemein liesse sich das ja dadurch erklären, dass ein frischer Knochen ein organisches Gebilde ist, das sich nicht so einfach, wie ein toter, homogener Körper verhält. Doch befriedigt diese Erklärung nicht recht, und man muss versuchen, obige Erscheinungen weiter auf ihre Ursachen zu verfolgen.

Ich gehe aus von der unregelmässigen Durchbiegung innerhalb der ersten Druckstufen. Wie schon im Abschnitt „Durchbiegung“ angedeutet, kommt der Gedanke, dass die gemessene Grösse der Durchbiegung nicht nur verursacht sei durch die eigentliche Biegung des Knochens, sondern ausserdem noch durch andere Momente, etwa durch Torsion der Diaphyse gegenüber den aufliegenden Enden. Die verschiedenen Torsionslagen würden dann dem Druck verschiedene Widerstände bieten, wodurch die Unregelmässigkeiten in den ersten Druckstufen erklärt wären. Da in der zweiten Hälfte der Laststufen die Durchbiegung eine regelmässige Zunahme zeigt, müsste weiter angenommen werden, dass Torsionsänderungen bei höherem Druck nicht mehr vor sich gehen.

Aber das Verhalten *eines* der untersuchten Knochen machte es doch unwahrscheinlich, dass Torsionen die Ursachen für die Unregelmässigkeit der Durchbiegung seien. Es war das der linke Metacarpus von S 24, einem etwa zwölfjährigen, belgischen Wallach. Wie die Haupttabelle zeigt, stieg die Durchbiegung während der ersten 9 Druckstufen etwas unregelmässig von 29 auf 36 Hundertstel Millimeter innerhalb jeder Stufe. Dann aber geht die Grösse der Durchbiegung in der 10. Stufe ganz plötzlich auf nur 23 Hundertstel zurück, um nun regelmässig bis zum Bruche zuzunehmen. In Fig. 33 ist die Biegungskurve dieses Knochens mit dargestellt. Daraus sind deutlich die beiden Biegungsperioden des Knochens erkennbar. In der ersten Periode ist der Knochen ziemlich biegsam und wird dann ganz plötzlich in der zweiten widerstandsfähiger, ein Verhalten, welches dem gewöhnlichen Verhalten homogener Körper gerade entgegengesetzt ist. Kein anderer Knochen zeigt ähnliche Erscheinungen, sondern immer nur unregelmässige Schwankungen, niemals eine zweite widerstandsfähigere Periode. Noch auffallender wurde das Verhalten des Knochens S 24 l. dadurch, dass am Schluss der 9. Druckstufe ein lautes Krachen ertönte, so dass die Beobachter glaubten, der Knochen wäre gebrochen und nicht wenig erstaunt waren, als er nun gerade erst seine grösste Widerstandsfähigkeit zeigte. Wie soll man sich das erklären! Das Krachen war doch sicher verursacht durch irgend welche Verbandslockerungen im Innern des Knochens.

Dass die auffallenden Durchbiegungszahlen verursacht seien durch ungenaues Arbeiten des Messapparates, ist ausgeschlossen. Bei diesem Knochen wurde nicht mit dem Hebelapparat (Fig. 32) gearbeitet, sondern mit dem später gebrauchten stabilen. Auch kann die hydraulische Presse unmöglich fehlerhaft funktioniert haben. Dass die Erscheinung durch den Knochen selbst hervorgerufen war, ist ja auch durch das Krachen bewiesen.

Das liesse sich auf folgende Weise erklären: Der Knochen ist kein toter, homogener Körper, dessen einzelne Fasern bei der Durchbiegung gleichzeitig und regelmässig wirksam sind. Vielmehr ist er ein organisches Gebilde von sehr unregelmässiger Form, so dass es wahrscheinlich ist, dass seine einzelnen Elemente (die Haversschen Kanäle, die Grund- und die Speziallamellen) zu verschiedenen Zeitpunkten und durchaus regellos beansprucht werden. Die Folge davon muss sein, dass immer nur ein Teil der Gesamtheit der Knochenelemente dem Biegedruck Widerstand leistet. Zerreissen nun einige Elemente der gerade beanspruchten Gruppe durch Überlastung, so werden sich die bleibenden weiter durchbiegen müssen und andere Knochenelemente werden mit beansprucht. Es kann nun geschehen, dass so viel neu mitwirkende Elemente hinzutreten, dass die jetzt zusammenwirkende Gruppe kräftiger ist, als die vorher wirksame, und die Folge wird sein, dass die Durchbiegung in der neuen Druckstufe eine geringere ist, als die in der vorigen. Mit zunehmendem Druck aber werden nach und nach alle Knochenelemente in Anspruch genommen und von dem Augenblick an, wo der Knochen mit seiner vollen Widerstandsfähigkeit einsetzt, muss die Durchbiegung eine regelmässig zunehmende werden. Dieser Zeitpunkt scheint den vorliegenden Versuchen nach immer etwa bei halber Belastung, also in der Mitte der Laststufen einzutreten.

Hiernach wäre also die unregelmässige Durchbiegung der untersuchten Knochen in den ersten Druckstufen eine notwendige Folge dieser ungleichzeitigen Inanspruchnahme der einzelnen Knochenelemente, und es war demnach ein aussichtsloses Bemühen, einen Apparat konstruieren zu wollen, der eine gleichmässig ansteigende Durchbiegung der Knochen angezeigt hätte, weil eine solche eben nicht vorkommt.

Findet eine solche ungleichzeitige Inanspruchnahme der Knochenelemente wirklich statt, so kann der Fall eintreten, dass anfangs eine grössere Gruppe von Knochenelementen gar nicht beansprucht wird, während eine schwächere Gruppe den ganzen anfänglichen Druck in der Hauptsache aufzunehmen hat. Da muss aber der Augenblick kommen, wo diese schwächere Gruppe nachgibt, vielleicht alle ihre Elemente gleichzeitig; und die dadurch bedingte stärkere Durchbiegung lässt nun die so lange ruhende Hauptgruppe in Funktion treten. Diese setzt einen grösseren Widerstand entgegen, gestattet also nur eine geringere Durchbiegung als die anfängliche war. So liesse sich das Verhalten des Knochens S 24 l. erklären. Diese Annahme bedingt durchaus nicht, dass jede der beiden erwähnten Gruppen dieses Knochens in sich ganz gleichartig wirkende Elemente enthielte, Innerhalb jeder Gruppe können vielmehr wieder Schwan-

kungen durch die ungleichzeitige Wirksamkeit ihrer Elemente stattfinden. Auch ist es wahrscheinlich, dass neben diesen beiden Gruppen noch eine dritte Gruppe bestand, welche sowohl mit der ersten als auch nach deren Nachgeben mit der zweiten gemeinsam wirkte.

Das Krachen des Knochens trat demnach ein, als die schwächere erste Gruppe plötzlich zerriss. Übrigens wurde ein schwächeres Knacken öfter bei den Versuchen vernommen. Die Beobachter nahmen dann als mögliche Ursache an, dass sich die Griffelbeine vom Metacarpus III gelöst hätten, was sich aber nicht kontrollieren liess. Jetzt halte ich es für das Wahrscheinlichere, dass ähnlich wie bei S 24 l. in dem Augenblick des Knackens eine Gruppe von Knochenelementen plötzlich zerriss. Leider beachtete ich diese Erscheinung so wenig, dass ich sie nicht notierte.

Nach diesen Ausführungen würden demnach bei eintretender Beanspruchung des Metacarpus nicht gleich alle Teile desselben ihren Widerstand geltend machen, sondern je nach der Art der Beanspruchung immer nur einzelne Gruppen, wenn es nicht gerade zum Bruch kommt.

Diese gruppenweise Wirksamkeit der Knochenelemente scheint man aber allgemein für ausgeschlossen zu halten. Wenigstens sagt Zschocke, der die einschlägige Literatur in weitestem Mafse berücksichtigt: „Dass der für grosse Anforderungen genügend entwickelte Knochen auch für kleinere genügt und für diese keine Spezialstruktur zu besitzen braucht, ist selbstverständlich.“ — Eine eigentliche Spezialstruktur für geringere Beanspruchung hat allerdings der Knochen auch nach der oben vorgetragenen Annahme nicht. Die ungleichzeitige und darum gruppenweise Inanspruchnahme der einzelnen Knochenelemente aber ist in der Funktion einer solchen Spezialstruktur gleichwertig.

Eine Bestätigung meiner oben ausgeführten Annahme der gruppenweisen Wirksamkeit der Knochenelemente scheint mir in den Beobachtungen Raubers zu liegen. Wie schon erwähnt, prüfte Rauber prismatische Knochenstäbe von 80 *mm* Länge. Die für die Biegungsversuche benutzten Stäbchen entstammten verschiedenen Röhrenknochen von Mensch und Rind. Rauber stellte bei der Durchbiegung der Stäbchen zwei Phasen fest. Er sagt:[1]) „Die Grösse der Formänderung, bis zu deren Erreichung jene Proportionalität (direkt Kubus der Länge, indirekt der Breite und indirekt dem Kubus der Dicke) stattfindet, schwankt im übrigen so sehr, dass es unmöglich ist, sie genauer zu bezeichnen als damit, dass sie häufig noch jenseits der Elastizitätsgrenze liege. Eine weit grössere Reihe von hierauf gerichteten Versuchen, als die zu diesem Zweck mitgeteilten, lässt eine genauere Bestimmung infolge noch unregelmässigeren Verlaufes ebensowenig zu; sie wurden darum nicht mitgeteilt. Auf diese proportional mit der Belastung wachsende Strecke folgt hierauf eine solche, innerhalb welcher dem gleichen Belastungszuwachs ein geringerer Biegungszuwachs entspricht. Dies Verhalten kann bis zum Bruch des Stäbchens unverändert das gleiche bleiben;

[1]) Seite 59 von: „Elastizität und Festigkeit der Knochen“.

in anderen Fällen steigen die Biegungszuwüchse gegenüber den Belastungszuwüchsen, in geringerer oder grösserer Entfernung vom Bruch.“ Kurz gesagt, stellt RAUBER also eine anfängliche, stärkere und sehr unregelmässige und eine darauffolgende regelmässigere, aber geringere Durchbiegung fest und ist geneigt, das Verhalten während der zweiten Biegungsphase „für das normalere zu erklären, das entgegengesetzte Verhalten (während der ersten Phase) aber teils der Schwierigkeit der Messung, teils Unregelmässigkeiten der Stäbchen zuzuschreiben“. Die durch RAUBER beobachtete Weise der Durchbiegung ist genau dieselbe, wie sie unser besprochener Knochen S 24 l. zeigt. Die Annahme RAUBERS, dass die beobachtete Unregelmässigkeit der Durchbiegung während der ersten Periode der Schwierigkeit der Messung und Unregelmässigkeiten der Stäbchen zuzuschreiben sei, kann ich nicht beipflichten; denn ich fand dieselbe Unregelmässigkeit fast bei allen meinen 200 untersuchten Knochen und glaubte sie besser durch die vorstehend geschilderte ungleichzeitige Beanspruchung der einzelnen Knochenelemente zu erklären.

Das führt zu der Frage, welche Folgen, oder wenn man will, welchen Zweck diese Art der Beanspruchung für die praktische Leistungsfähigkeit des Knochens hätte.

Wenn alle Elemente des Knochens gleichzeitig wirken, werden sie natürlich bei grösseren Anforderungen u. U. auch alle beschädigt; der *ganze* Knochen ist geschwächt. Bei teilweiser Inanspruchnahme können nur die beanspruchten Teile des Knochens leiden. Der Knochen bleibt also wenigstens *teilweise* funktionsfähig, er ist nur „angebrochen“. Vielleicht ist dies für die Heilung des Knochens das Günstigere. Allerdings würde ein Knochen bei gruppenweiser Wirkung seiner Teile niemals einen so grossen Widerstand leisten können, wie es der Fall sein würde, wenn alle Teile gleichzeitig wirkten.

9. Torsionsversuche.

Die Knochen werden häufig auf Torsion beansprucht, aber wohl selten so stark, dass dadurch eine Verletzung der Knochen verursacht werden könnte, denn die Gelenke ermöglichen dann eine Drehung des ganzen Knochens.

Da es nicht ausgeschlossen war, dass Torsionen der Diaphyse die beobachteten Unregelmässigkeiten mit verschuldeten, so wollte ich versuchen, durch einige Experimente dafür einen Anhalt zu gewinnen. Bei der Anbringung der Seitenstifte zur Befestigung des zuerst gebrauchten Messapparates für die Durchbiegung war nicht darauf geachtet worden, auf welcher Seite des Metacarpus, der lateralen oder medialen, die Stifte zu stehen kämen. Nun war es nicht ausgeschlossen, dass die event. Torsion des Knochens nach einer bestimmten Seite hin erfolgte, ständig oder doch in der Hauptsache.

Zur Klarstellung dieser Frage fügte ich noch Torsionsversuche mit 5 Paaren Metacarpalien an. Es standen mir dazu nur Schrittpferde, ebenfalls Schlachttiere, zur Verfügung. Da es hier ja nur auf einen Vergleich

von links und rechts und nicht auf eine Gegenüberstellung der Rassen ankam, konnte ich auf Knochen von Laufpferden hierbei auch verzichten.

Die Versuche wurden folgendermassen ausgeführt: Beide Enden des Knochens wurden in kräftigen, eisernen Kasten von etwa 9 *cm* lichter Weite fest eingegipst. Der Kasten mit dem unteren distalen Ende war feststehend, der für das proximale Ende aber war in der Richtung der Längsachse des Knochens mit einer kräftigen eisernen Welle verbunden, welche am andern Ende ein Rad von 50 *cm* Radius trug. Die ganze Vorrichtung war horizontal auf einem schweren Gestell befestigt. An einer Seite des Rades war eine Schale für die Aufnahme von Gewichten an einem am Radkranz befestigten Eisenband aufgehängt. Am Rade war noch eine Skala angebracht, um die Grösse der Torsion nachzuweisen. Fig. 34 zeigt die Vorrichtung.

Da das distale Ende immer im feststehenden, das proximale immer im drehbaren Kasten lag und das Rad immer nach derselben Seite, nach rechts, gedreht wurde, so wurden auch die beiden Knochen eines Paares immer nach rechts tordiert, das war aber für den rechten Metacarpus nach aussen, für den linken nach innen. Es konnte sich hierbei nun zeigen, ob je nach der Torsionsrichtung die Knochen eine verschiedene Festigkeit hatten.

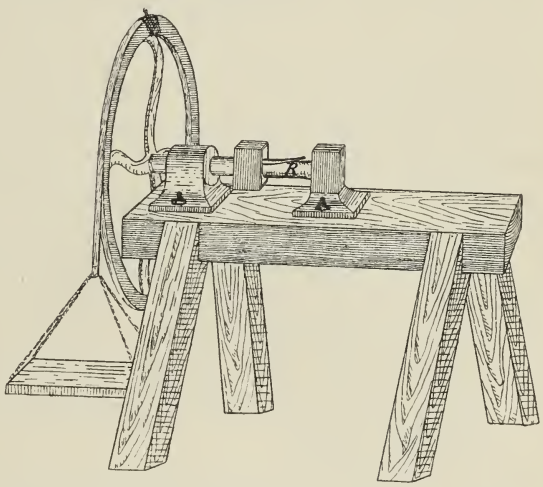


Fig. 34. ca. $^1/_{20}$ nat. Grösse. Apparat zu den Torsionsversuchen. *R* das in zwei Eisenkästen eingegipste Röhrbein. Der rechte Eisenkasten auf dem Gestell fest verschraubt, der linke mittelst der Radwelle drehbar. An der Peripherie des Rades ein Stahlband befestigt, welches die Schale zur Aufnahme der Gewichte trägt.

Die Schale für die Gewichte wurde gleich anfangs mit 50 *kg* belastet und von hier ab die Drehung bei je 5 *kg* Mehrbelastung festgestellt. Die Knochen wurden etwa 7 *cm* tief eingegipst, und zwar die Knochen jedes Paares immer möglichst gleich weit.

Tabelle XIV zeigt die gefundenen Zahlen, denen ich auch die Knochenmafse beigefügt habe. Die Knochen sind, um eine Verwechselung mit den zu Biegeversuchen benutzten vorzubeugen, nicht mit Nummern, sondern mit Buchstaben bezeichnet.

Mit Ausnahme von No. D ertrug immer der rechte Metacarpus, das ist der im Kniegelenk nach aussen gedrehte, eine etwas grössere Belastung. Die Differenz ist aber nur bei C eine genügend grosse, um daraus auf eine faktisch grössere Torsionsfestigkeit bei nach aussen gerichteter Drehung schliessen zu können. Da aber die Biegeversuche zeigten, dass häufig ein erheblicher Unterschied in der Leistungsfähigkeit der beiden Knochen eines

Paares vorhanden ist, muss es doch zweifelhaft erscheinen, ob der grössere Torsionswiderstand ganz oder auch nur teilweise durch die Torsionsrichtung verursacht ist und nicht vielmehr seinen Grund in einer verschiedenen Widerstandskraft beider Knochen des betr. Paares hat. Auch das entgegengesetzte Verhalten der Knochen von D spricht dagegen. Auffallend ist ferner die Differenz in der Grösse der Torsion zwischen D l. und r., welche der angewandten Kraft gerade entgegengesetzt ist. Ich wage deshalb nicht, einen Unterschied in der Torsionsfestigkeit je nach der Torsionsrichtung anzunehmen.

Auffallend war die Form des Torsionsbruches: steil aufsteigende, sich teilende Schraubenlinien in der Richtung der Torsion.

Zusammenfassung der Resultate.

A. Die Form betreffend.

1. Da die Schrittpferde im Durchschnitt grösser und massiger sind als die Laufpferde, so übertreffen die absoluten Mafse der Schrittpferdemetacarpalien sämtlich die der Laufpferde, und zwar ist das absolute Gewicht grösser um 30,7 %, das Volumen um 23,7 %, die Länge um 3 %, der mittlere Durchmesser um 12,4 %, der Flächeninhalt des totalen Querschnittes um 29,9 % und die Wandstärke um 4 %.
2. Der prozentuale Anteil der Wandstärke am mittleren Querschnittradius ist bei den Schrittpferden um fast 10 % geringer und daher auch das spez. Gewicht des gesamten, unverletzten Metacarpus, nämlich um 1,2 %. Das spez. Gewicht der eigentlichen Knochensubstanz ist wahrscheinlich gleich.
3. Im Verhältnis zur Widerristhöhe ist der Metacarpus der Schrittpferde, der grösseren Kurzbeinigkeit entsprechend, um 2,6 % kürzer als bei den Laufpferden.
4. Der Metacarpus der Schrittpferde ist gedrungener gebaut, sein mittlerer Querschnittdurchmesser ist im Verhältnis zur Länge des Metacarpus um 11 % grösser als der der Laufpferde.
5. Der Metacarpus der Schrittpferde ist etwas flacher gebaut als der der Laufpferde.
6. Bei den Laufpferden ist in der Regel die dorsale Knochenwand stärker als die laterale; bei den Schrittpferden ist es meist umgekehrt.
7. Anscheinend sind die Griffelbeine der Schrittpferde (auch relativ) stärker entwickelt als bei den Laufpferden; extreme Stärke der Griffelbeine zeigten nur die Schrittpferde, extreme Rückbildung nur die Laufpferde.
8. Ausserhalb des auf dem Querschnitt errichtet gedachten Zylinders fallen bei beiden Rassen gleiche Anteile der Masse des Metacarpus.
9. Sämtliche relativen Mafse der Knochen zeigen eine so grosse Variabilität, dass die Rassenunterschiede daneben gänzlich verschwinden.

10. Die Form des Querschnittringes (die Verteilung der Knochenmasse um die Markhöhle herum) ist individuell. Sie wird sehr durch die Griffelbeine beeinflusst.
11. Die Knochenstärke ist im Verhältnis zum Röhrbeinumfang bei den Laufpferden um 1,3 % grösser als bei den Schrittpferden.
12. Der Röhrbeinumfang steht in einem ziemlich konstanten Verhältnis zur Knochenstärke.

B. Die Leistung betreffend.

1. Die absolute Tragkraft (Biegefestigkeit) der Schrittpferdemetacarpalien ist um 31,7 % grösser als die der Laufpferde.
2. Die Schrittpferdeknochen zeigen auch relativ eine etwas grössere Tragkraft, sowohl auf die Querschnitt- als auch auf die Volumeneinheit berechnet.
3. Die Durchbiegung der Schrittpferderöhren ist absolut eine geringere als bei den Laufpferden.
4. Die Leistungsfähigkeit der Knochensubstanz erscheint bei den Schrittpferden etwas grösser als bei den Laufpferden.
5. Das Verhalten der Knochen während der Biegeversuche weicht stark ab von dem gewöhnlichen Verhalten homogener Körper.

Tabelle I (Haupttabelle).

	No.:	L 1		L 2		L 3		L 4	
	Alter und Geschlecht:	12jähr. ♂		7jähr. ♀		9jähr. ♀		12jähr. ♀	
	Rasse usw.:	Ostpreusse		Ostpreusse		Ostpreusse		Ostpreusse	
Pferdemaße in *cm*	Widerristhöhe	Nicht gemessen.		151		159,5		141,5	
	Kruppenhöhe			147,5		157,5		140	
	Beinlänge			78,5		80,5		75	
	Brusttiefe			72,5		79		66,5	
	Brustumfang			164		179		169	
	Brustbreite			39,5		41		36,5	
	Kruppenbreite			60		57		51	
	Röhrbeinumfang			18,5		21,3		19,5	
	Rumpflänge			160		163		151	
		l.	r.	l.	r.	l.	r.[1])	l.	r.
Knochenmaße in *mm*	Absolutes Gewicht in *g*	473,5	470	401	397,5	447	441	436,5	444
	Volumen in *ccm*	287	287	252	250	285,5	286	259,5	265
	Spez. Gewicht	1,65	1,64	1,59	1,59	1,57	1,54	1,68	1,68
	Länge	257	257	239,5	239,5	255,5	256	253	254
	Kleiner Durchmesser des Grosser Querschnitts	28	28	27,3	27	28,8	29,3	28	28,7
		36	35,9	35	34,5	35,4	35,4	35,1	35,3
	Länge der Griffelbeine inneres	187	190	167	168	182	180	183	186
	Griffelbeine äusseres	182	183	161	164	184	—	179	180
Durchbiegung in den einzelnen Belastungsstufen in $^1/_{100}$ *mm*	— 100 *kg*	49	48	38	8	20	24	23	30
	100— 200 „			32	14	22	28	26	26
	200— 300 „	50	57	29	28	22	28	27	28
	300— 400 „			29	23	29	28	28	23
	400— 500 „	67	58	27	21	29	28	29	27
	500— 600 „			24	21	28	27	28	28
	600— 700 „	70	61	24	22	28	29	27	26
	700— 800 „			—	23	29	34	27	29
	800— 900 „	86	91	—	31	33	37	26	29
	900—1000 „			—	40	32	37	32	34
	1000—1100 „	130	142	—	—	38	—	33	39
	1100—1200 „			—	—	—	—	42	—
	1200—1300 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1300—1400 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1400—1500 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1500—1600 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1600—1700 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1700—1800 „	—	—	—	—	—	—	—	—
Bruchlast in *kg*		1350	1230	1140	1160	1110	1145	1275	1320
Summe der Durchbiegung in der 2. Hälfte der Belastung		—	—	—	—	—	—	—	—
Durchbiegung in der letzten Stufe		—	—	—	—	—	—	—	—
„Summe“ der Durchbiegung:		—	—	—	—	—	—	—	—

[1]) Ende des äusseren Griffelbeines weggebrochen.

Tabelle I (Haupttabelle).

L 5 9jähr. ♂ Ostpreusse		L 6 9jähr. ♀ Ostpreusse		L 7 16jähr. ♀ Ostpreusse[1])		L 8 12jähr. ♂ Ostpreusse		L 9 15jähr. ♀ Ostpreusse		L 10 12jähr. ♀ Ostpreusse		L 11 16jähr. ♀ Ostpreusse	
159,5		154		157		158		154,5		151		152	
155,5		151,5		155		158		153,5		149		151	
83		79,5		80,5		84,5		84		77,5		82	
76,5		74,5		76,5		73,5		70,5		73,5		70	
172		174		181,5		178		172		167		167,5	
39,5		38		43		38		38,5		37		39,5	
54		52,4		55		53		51		52		47,5	
19,5		20		20		20		18,5		19,5		18,2	
160		151		165		155		152		149,5		155	
l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.[2])	l.	r.	l.	r.	l.	r.
446,5	445	434,5	441,5	532	527	420	428	442	447	397	377,5	403	406
273,5	279,5	276,5	280	315	314	273	274	278,5	279,5	246	238,5	253	253
1,63	1,59	1,57	1,58	1,69	1,68	1,54	1,56	1,59	1,60	1,61	1,59	1,59	1,61
249	248	251,5	251	258	259	249	248	259	259	245	245	249	250
27,7	26,7	26,9	27,6	30,4	30,2	29	29	29,2	28,9	27,5	26,7	28,1	28,5
36,2	38,4	35,9	36,6	38,7	39,4	38	37,8	37,7	35,4	36,8	35,1	35,2	37,7
181	175	179	180	182	186	168	169	182	181	179	181	162	160
167	174	172	174	176	181	168	—	178	176	175	177	144	144
30	26	42	32	23	26	22	27	54	67	30	36	28	39
26	30	32	30	28	25	18	30	55	63	25	44	30	44
27	30	30	29	23	23	22	25	39	44	28	57	33	39
30	28	33	} 60	23	25	25	23	32	39	26	40	30	39
32	30	35		23	27	22	30	28	36	27	34	30	44
30	29	37	26	22	28	26	29	33	34	29	33	35	44
32	33	37	28	23	26	21	26	30	33	26	28	34	46
40	30	44	37	22	28	25	25	37	—	28	29	34	44
22	33	36	36	21	27	28	26	35	—	36	25	37	50
36	—	—	—	20	29	28	34	44	—	30	44	39	—
39	—	—	—	27	33	27	33	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	32	36	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	42	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1100	910	1220	1175	1560	1640	1340	1340	1180	1220	1200	1140	1080	1130
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

[1]) Von den 1. Garde-Dragonern. — [2]) Spitze war weggebrochen.

Noch Tabelle I (Haupttabelle).

	No.:	L 12		L 13		L 14		L 15	
	Alter und Geschlecht:	4jähr. ♀		16jähr. ♀		18jähr. ♀		15jähr. ◯	
	Rasse usw.:	Ostpreusse[1])		Ostpreusse		Ostpreusse		Ostpreusse	
Pferdemaße in *cm*	Widerristhöhe	Nicht gemessen.		163,5		154,5		155,5	
	Kruppenhöhe			157,5		153		154,5	
	Beinlänge			87,5		78		79,5	
	Brusttiefe			76		76,5		76	
	Brustumfang			173		166		166	
	Brustbreite			39,5		36,2		39	
	Kruppenbreite			56,5		53		62,5	
	Röhrbeinumfang			19,5		18,5		20,2	
	Rumpflänge			156		152		155,5	
		l.	r.	l.[2])	r.	l.[3])	r.	l.	r.
Knochenmaße in *mm*	Absolutes Gewicht in *g*	617	620,5	508	495,5	403	409	423	425
	Volumen in *ccm*	386	388,5	307	300	258	258,5	266	268
	Spez. Gewicht	1,60	1,60	1,65	1,65	1,56	1,58	1,59	1,59
	Länge	280	280	255	252	250	250	247	247
	Kleiner Durchmesser des Grosser Querschnitts	33,6	33,5	29,4	29,5	26,8	25,6	26,8	26,2
		40,2	40,8	37,2	37,2	34,8	34,8	37,8	37
	Länge der Griffelbeine inneres	201	201	189	189	175	176	170	169
	Griffelbeine äusseres	191	195	—	189	174	176	170	169
Durchbiegung in den einzelnen Belastungsstufen in $^1/_{100}$ *mm*	— 100 *kg*	12	29	25	30	36	35	39	37
	100— 200 „	9	22	25	27	39	39	46	40
	200— 300 „	15	26	26	29	35	35	40	49
	300— 400 „	19	26	25	30	39	39	39	40
	400— 500 „	22	25	25	28	41	41	32	37
	500— 600 „	21	26	25	34	40	40	39	41
	600— 700 „	19	26	25	29	41	44	51	36
	700— 800 „	22	26	28	28	72	58	—	53
	800— 900 „	22	25	27	30	—	—	—	—
	900—1000 „	23	27	33	43	—	—	—	—
	1000—1100 „	22	32	36	—	—	—	—	—
	1100—1200 „	26	38	43	—	—	—	—	—
	1200—1300 „	30	36	—	—	—	—	—	—
	1300—1400 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1400—1500 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1500—1600 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1600—1700 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1700—1800 „	—	—	—	—	—	—	—	—
Bruchlast in *kg*		1520	1540	1250	1320	1000	970	990	1080
Summe der Durchbiegung in der 2. Hälfte der Belastung		—	—	—	—	—	—	—	—
Durchbiegung in der letzten Stufe		—	—	—	—	—	—	—	—
„Summe“ der Durchbiegung:		—	—	—	—	—	—	—	—

[1]) Artilleriepferd. — [2]) Äusseres Griffelbein weggebrochen. — [3]) Spitze des äusseren Griffelbeins weggebrochen.

Noch Tabelle I (Haupttabelle).

L 16 15jähr. ♂ Ostpreusse		L 17 8jähr. ♀ Ostpreusse		L 18 8jähr. ♂ Ostpreusse[1])		L 19 18jähr. ♀ Ostpreusse		L 20 9jähr. ♂ Ostpreusse		L 21 4jähr. ♂ leicht. Ostpr.		L 22 9jähr. ♀ leicht. Ostpr.	
155		160,5		153,5		156		150		150		150	
155		156		151,5		152		149,5		148		150	
82		84,5		87		83		79		83		80	
73		76		66,5		73		71		67		70	
172		175		172		172		166,5		159		163	
37		40		38,5		38,5		36,5		32		41	
55		55,5		55,5		51,5		50		51		52	
20		19,5		20,5		18		19,5		16,5		17,5	
157		158		165		151,5		156		148		152	
l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.
498	494	521	530	583	585	406	405	413	415	353	359	430	437
307,5	308,5	319	325	370	370	250	254	25,3	254	220	222,5	269	273
1,62	1,60	1,63	1,63	1,58	1,58	1,62	1,59	1,63	1,63	1,60	1,61	1,60	1,60
264	264	260	262	267	266	248	248	247	246	244	244	254	255
30	29,2	29,4	30,5	30,8	32,3	25,7	26,4	26	26,8	25	26,2	26,7	27,3
38,1	38,6	39,2	ca. 39	39	40	35,2	35,4	36,5	36,4	31	31,6	35	35,5
196	191	186	186	185	185	176	176	178	171	166	171	172	172
196	194	164	164	185	185	160	160	175	175	155	162	175	175
11	40			—	—	40	44			—	—	—	—
11	43			44	34	39	41			46	54	36	36
13	46			34	34	39	41			45	45	37	37
19	49			32	31	37	44			47	46	36	39
23	51			30	30	41	41			51	44	37	39
23	46			31	30	43	48			54	51	36	38
26	50			31	30	54	60			71	60	39	41
27	55			32	32	68	80			103	77	47	44
35	67			32	31	111	148			—	115	49	52
43	—			35	36	—	—			—	—	73	70
—	—			39	41	—	—			—	—	102	88
—	—			49	49	—	—			—	—	—	—
—	—			65	63	—	—			—	—	—	—
—	—			—	—	—	—			—	—	—	—
—	—			—	—	—	—			—	—	—	—
—	—			—	—	—	—			—	—	—	—
—	—			—	—	—	—			—	—	—	—
—	—			—	—	—	—			—	—	—	—
1240	1220	1240	1215	1340	1380	1030	1030	1115	1110	860	950	1110	1130
—	—	—	—	268	267	317	377	—	—	279	325	328	314
—	—	—	—	+ 33	+ 65	+ 38	+ 45	—	—	+ 84	+ 72	+ 12	+ 34
—	—	—	—	301	332	355	422	—	—	363	397	340	348

Durchbiegung nicht gemessen.

[1]) Mit Brand: ⏃.

Noch Tabelle I (Haupttabelle).

		L 23		L 24		L 25		L 26	
	No.:	L 23		L 24		L 25		L 26	
	Alter und Geschlecht:	5jähr. ♀		7jähr. ♀		12jähr. ♀		10jähr. ♀	
	Rasse usw.:	Ostpreusse		leicht. Ostpr.		Ostpreusse		leicht. Ostpr.	
Pferdemaße in *cm*	Widerristhöhe	163		151		156		151	
	Kruppenhöhe	162		147		152		150	
	Beinlänge	79,5		76		72		81	
	Brusttiefe	83,5		75		84		70	
	Brustumfang	193		169		179		168	
	Brustbreite	42		36,5		39,5		40,5	
	Kruppenbreite	56		50,5		54,5		53,5	
	Röhrbeinumfang	19		17,5		18,5		18,5	
	Rumpflänge	169		146		152,5		153	
		l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.
Knochenmaße in *mm*	Absolutes Gewicht in *g*	576,5	572	388	390	445,5	450,5	430	429
	Volumen in *ccm*	358,5	357	233,5	233,5	276,5	279,5	261,5	261
	Spez. Gewicht	1,61	1,60	1,66	1,67	1,61	1,61	1,64	1,64
	Länge	263	264	247	247	246	245	243	243
	Kleiner Durchmesser des Querschnitts	31,4	31,5	25	26	28,5	29	26,3	26,6
	Grosser Durchmesser des Querschnitts	37	37,3	33,6	33,3	37	37	35	35
	Länge der inneres Griffelbeine	193	194	169	165	175	179	159	161
	Länge der äusseres Griffelbeine	201	198	174	172	176	174	135	140
Durchbiegung in den einzelnen Belastungsstufen in $^1/_{100}$ *mm*	— 100 *kg*	Durchbiegung nicht gemessen.		27	23	Durchbiegung nicht gemessen.		Durchbiegung nicht gemessen.	
	100— 200 „			27	34				
	200— 300 „			25	30				
	300— 400 „			28	34				
	400— 500 „			76	27				
	500— 600 „			41	35				
	600— 700 „			—	55				
	700— 800 „			—	46				
	800— 900 „			—	—				
	900—1000 „			—	—				
	1000—1100 „			—	—				
	1100—1200 „			—	—				
	1200—1300 „			—	—				
	1300—1400 „			—	—				
	1400—1500 „			—	—				
	1500—1600 „			—	—				
	1600—1700 „			—	—				
	1700—1800 „			—	—				
Bruchlast in *kg*		1560	1620	930	1030	1380	1370	1150	1170
Summe der Durchbiegung in der 2. Hälfte der Belastung		—	—	—	—	—	—	—	—
Durchbiegung in der letzten Stufe		—	—	—	—	—	—	—	—
„Summe“ der Durchbiegung:		—	—	—	—	—	—	—	—

Noch Tabelle I (Haupttabelle).

L 27 5jähr. ♂ Ostpreusse		L 28 8jähr. ♂ Ostpreusse		L 29 5jähr. ♂ Ostpreusse		L 30 9jähr. ♀ Ostpreusse		L 31 9jähr. ♀ Ostpreusse		L 32 12jähr. ♀ Ostpreusse		L 33 14jähr. ♀ Ostpreusse	
157		158		155,5		158		165		153		151	
153		154		152		159		160		151		149	
83,5		81,5		84		83		89		84,5		78,5	
73,5		76,5		71,5		75		76		68,5		72,5	
179		185,5		169		177		179		166		172	
38		43,5		36		41,5		40		39,5		40	
55		58		49		52		55,5		49		53,5	
18,8		19		19,5		17,5		18,8		18,8		19	
156		159		151		161		160		150		153,5	
l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.
482	488	505	505,5	409	409	442	430	546	526,5	443	439	416	422
300,5	303	312,5	311	254	254	278,5	257,5	350	342,5	270	272	256,5	259
1,61	1,61	1,62	1,62	1,61	1,61	1,59	1,67	1,56	1,57	1,64	1,61	1,62	1,63
254	254	255	256	250	251	257	256	270	269	255	254	253	253
29	30	27	27,3	25	25	27,8	28,3	30	30	26,5	27,3	27,9	27,7
39,4	37,6	38,3	38	35,7	36	35,2	36	37,4	36,5	35,4	ca. 36	35,8	35,4
182	182	178	179	176	178	177	182	195	195	182	178	180	181
180	175	166	168	175	175	177	181	231	230	179	183	181	180
—	—	—	—			—	—	—	—	—	—	—	—
31	31	33	31			37	37	41	33	35	37	37	37
31	34	32	32			37	37	31	28	34	36	34	33
31	29	30	30			35	35	30	31	34	37	33	34
30	29	30	31			27	35	31	31	34	39	34	34
31	31	32	31			36	35	29	34	36	40	36	34
32	31	31	32			40	37	33	32	39	43	37	35
32	31	34	33			45	40	32	33	42	55	42	39
37	35	37	36			56	45	35	38	53	72	53	48
47	43	43	46			77	57	41	46	64	—	69	57
52	52	53	56			—	79	52	60	104	—	—	83
77	64	74	79			—	—	71	96	—	—	—	—
—	—	—	—			—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—			—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—			—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—			—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—			—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—			—	—	—	—	—	—	—	—
1200	1290	1270	1230	900	940	1090	1190	1210	1200	1140	980	1040	1120
277	256	272	282	—	—	254	276	264	305	320	230	237	279
—	+ 77	+ 64	+ 28	—	—	+ 92	+ 90	+ 9	—	+ 45	+ 82	+ 38	+ 20
277	333	336	310	—	—	346	366	273	305	365	312	275	299

Durchbiegung nicht gemessen.

Noch Tabelle I (Haupttabelle).

	No.:	L 34		L 35		L 36		L 37	
	Alter und Geschlecht:	9jähr. ♀		12jähr. ♀		10jähr. ♀		8jähr. ♀	
	Rasse usw.:	Pole		Ostpreusse		Pole		Ostpreusse	
Pferdemaße in *cm*	Widerristhöhe	148,5		148		150		153	
	Kruppenhöhe	148,5		146		146		156	
	Beinlänge	80		80		80		81	
	Brusttiefe	68,5		68		70		72	
	Brustumfang	162,5		168,5		155		163	
	Brustbreite	34,5		40		34		31	
	Kruppenbreite	50		50,5		50		55	
	Röhrbeinumfang	17,8		18,5		17,2		18,8	
	Rumpflänge	158		147,5		153		154,5	
		l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.
Knochenmaße in *mm*	Absolutes Gewicht in *g*	376	383,5	398	395	366,5	367	438	435,5
	Volumen in *ccm*	253,5	239	245,5	243	221,5	222	270	270,5
	Spez. Gewicht	1,49	1,60	1,62	1,62	1,66	1,65	1,62	1,61
	Länge	241	240	2,38	238	250	251	253	254
	Kleiner Durchmesser des Grosser Querschnitts	26,7	26,7	27,6	28	24,4	26,3	27,3	27
		35,8	37	35,5	35,5	33	32,8	36	35,8
	Länge der Griffelbeine inneres	170	174	159	162	185	185	176	176
	äusseres	175	173	163	163	182	180	178	177
Durchbiegung in den einzelnen Belastungsstufen in $^1/_{100}$ *mm*	— 100 *kg*	—	—	—	—	—	—	—	—
	100— 200 „	35	38	29	30	55	43	43	42
	200— 300 „	36	37	30	30	35	44	35	39
	300— 400 „	37	34	28	28	45	42	31	37
	400— 500 „	34	35	30	29	45	46	36	36
	500— 600 „	33	36	29	30	52	49	33	37
	600— 700 „	35	39	32	31	62	62	36	42
	700— 800 „	40	43	33	32	—	—	40	48
	800— 900 „	53	57	41	36	—	—	45	59
	900—1000 „	60	—	68	53	—	—	51	79
	1000—1100 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1100—1200 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1200—1300 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1300—1400 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1400—1500 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1500—1600 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1600—1700 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1700—1800 „	—	—	—	—	—	—	—	—
Bruchlast in *kg*		1070	980	1005	1000	770	730	1070	1060
Summe der Durchbiegung in der 2. Hälfte der Belastung		221	193	203	182	182	178	205	265
Durchbiegung in der letzten Stufe		+ 62	+ 69	+ 4	—	+ 73	+ 30	+ 57	+ 64
„Summe“ der Durchbiegung:		283	262	207	182	255	208	262	329

Noch Tabelle I (Haupttabelle).

L 38 12jähr. ♀ Ostpreusse		L 39 15jähr. ♀ Ostpreusse		L 40 12jähr. ♀ ? Ostpreusse		L 41 15jähr. ♀ Ostpreusse		L 42 20jähr. ♀ leicht. Ostpr.		L 43 18jähr. ♀ Ostpreusse		L 44 18jähr. ♀ Ostpreusse[1])	
157,5		154		155,5		165		152		158		155,5	
156		151,5		154,5		160,5		150		159		152	
84		82		79		87		80		83		82	
73,5		72		76,5		78		72		75		73,5	
173		171		180		179		163		183		167,5	
40		39,5		38		41		35		39		44,5	
51		54		56		55		51,5		58		52,5	
19,5		19		19,2		20,3		18		20		18	
156,5		162,5		160		162		153,5		164		159	
l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.
486	456,5	438	435,5	445	424,5	546	533,5	382	379,5	387,5	392,5	403	416
297,5	294,5	283	282,5	283,5	270,5	346	339	232,5	235,5	232,5	240	266,5	262
1,63	1,55	1,55	1,54	1,57	1,57	1,58	1,57	1,64	1,61	1,67	1,64	1,51	1,59
254	257	250	249	243	243	273	274	246	247	242	242	248	248
28,6	28,7	28,7	28,2	27	27	30	29,8	26,3	25,8	26,7	26,5	28	28,7
ca. 38	37,5	36,8	37,2	36,4	36	ca. 37	37,2	33,7	32,8	35,4	ca. 35,5	36,4	37,5
174	176	175	177	180	176	201	196	183	185	171	172	175	175
171	177	174	175	181	173	196	191	177	174	167	170	179	177
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31	38	32	39	46	40	34	35	38	38	34	37	39	38
28	36	31	37	35	38	33	34	37	36	34	34	35	36
30	35	30	38	35	35	32	34	37	40	33	34	35	36
29	37	32	32	33	35	33	33	37	39	32	33	37	36
29	37	32	35	36	35	33	35	39	39	32	32	39	38
30	38	35	35	35	36	33	35	42	41	36	36	41	43
34	47	36	38	38	49	37	37	48	55	38	38	50	50
36	55	36	40	43	60	41	45	60	65	46	54	72	63
46	68	40	70	56	—	54	55	120	—	55	—	—	—
—	—	86	81	—	—	72	—	—	—	81	—	—	—
—	—	102	134	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1075	1005	1255	1200	1045	975	1120	1095	1040	990	1100	975	925	945
175	245	335	398	208	198	254	207	309	220	272	177	221	212
+ 52	+ 5	+ 61	—	+ 37	+ 66	+ 18	+ 79	+ 50	+ 88	—	+ 59	+ 25	+ 38
227	250	396	398	245	264	272	286	359	308	272	236	246	250

[1]) Mit Brand: ⛢

Noch Tabelle I (Haupttabelle).

	No.:	L 45		L 46		L 47		L 48	
	Alter und Geschlecht:	18jähr. ♀		10jähr. ♀		14jähr. ♀		12jähr. ♀	
	Rasse usw.:	Ostpreusse		Ostpreusse		Ostpreusse		Ostpreusse	
Pferdemafse in *cm*	Widerristhöhe	155,5		160,5		159		161	
	Kruppenhöhe	159		160		157		163	
	Beinlänge	82,5		84		84		85	
	Brusttiefe	73		76,5		75		73	
	Brustumfang	170,5		173		162		178	
	Brustbreite	48,5		39		37		42,5	
	Kruppenbreite	57		57		51,5		56,5	
	Röhrbeinumfang	19,3		19,8		19,5		19	
	Rumpflänge	160		160		153,5		156	
		l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.
Knochenmafse in *mm*	Absolutes Gewicht in *g*	487	475	503,5	503	476	490	472,5	476,5
	Volumen in *ccm*	293,5	289,5	316,5	314,5	299	300,5	309	311,5
	Spez. Gewicht	1,66	1,64	1,59	1,60	1,59	1,63	1,53	1,53
	Länge	258	257	267	266	265	265	264	266
	Kleiner / Grosser Durchmesser des Querschnitts	27,4 / 37,3	26,6 / 37,3	28,7 / 37,2	28,7 / 36,8	29,5 / 36,3	31,3 / 37,7	28,6 / 37,5	28,4 / 38,2
	Länge der Griffelbeine: inneres	195	198	185	190	180	180	197	198
	Griffelbeine: äusseres	196	194	185	188	168	165	197	192
Durchbiegung in den einzelnen Belastungsstufen in $^1/_{100}$ *mm*	— 100 *kg*	—	—	—	—	—	—	—	—
	100— 200 „	35	36	35	38	31	32	42	40
	200— 300 „	34	31	34	38	29	31	37	39
	300— 400 „	33	30	35	35	30	33	36	39
	400— 500 „	32	31	35	37	30	31	39	39
	500— 600 „	35	32	36	36	32	31	41	39
	600— 700 „	34	32	37	39	32	34	42	40
	700— 800 „	42	35	40	44	34	36	46	46
	800— 900 „	42	38	47	53	35	41	60	54
	900—1000 „	53	45	56	70	41	48	75	66
	1000—1100 „	72	57	72	90	51	67	110	94
	1100—1200 „	113	76	105	—	61	—	—	—
	1200—1300 „	—	—	—	—	102	—	—	—
	1300—1400 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1400—1500 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1500—1600 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1600—1700 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1700—1800 „	—	—	—	—	—	—	—	—
Bruchlast in *kg*		1200	1225	1200	1185	1310	1175	1130	1120
Summe der Durchbiegung in der 2. Hälfte der Belastung		356	283	357	314	340	242	354	320
Durchbiegung in der letzten Stufe		—	+ 22	—	+ 97	+ 10	+ 66	+ 39	+ 23
„Summe“ der Durchbiegung:		356	305	357	411	350	308	393	343

Noch Tabelle I (Haupttabelle).

L 49 14jähr. ♀ Ostpreusse[1])		L 50 18jähr. ♀ Ostpreusse		L 51 14jähr. ♀ Ostpreusse		L 52 18jähr. ♀ leicht. Ostpr.		L 53 15jähr. ♀ leicht. Ostpr.		L 54 15jähr. ♀ Ostpreusse		L 55 15jähr. ♀ Ostpreusse	
159,5		155,5		159,5		148,5		153,5		154		152,5	
156,5		150		154,5		148,5		153		155		151	
88		83,5		83,5		79,5		82		81		81	
71,5		72		76		69		71,5		73		71,5	
167		163,5		175,5		162		173		185		167	
37,5		37		37,5		33		38		41,2		40,5	
52,5		51,5		58		52		51,5		—		50	
19,5		18,5		19,5		17,5		18		20		19	
158		148		168		155		152,5		159		142	
l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.
459,5	465,5	426,5	423	483,5	501,5	393	381,5	423	420,5	484,5	490	430,5	431,5
291	299	264,5	262,5	307,5	329,5	249	247,5	254	252,5	297	303	266,5	267,5
1,58	1,56	1,61	1,61	1,57	1,52	1,58	1,54	1,67	1,67	1,63	1,62	1,62	1,61
257,5	257	252	251	258	258	251	250	258	256	254	254	244	244
28,6	29	28,5	28,2	27,4	27,4	27	26,7	26,8	27,4	28,6	ca. 30	27,8	27,2
36,8	37,8	35,4	35,8	37,4	37,5	34,6	34,4	34,2	34,2	38,7	38,3	38	38,4
177	178	172	171	196	196	173	172	185	188	181	185	169	167
165	167	171	171	192	192	168	156	177	176	178	181	181	185
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	35	37	32	32	38	41	40	46	46	28	29	29	30
30	30	31	28	31	35	38	38	40	38	29	26	27	29
29	33	30	28	33	35	40	36	40	36	28	26	26	30
30	31	31	29	32	33	38	40	40	39	27	24	26	27
31	31	31	30	32	34	42	39	39	40	29	26	26	27
32	33	31	32	33	35	44	44	42	40	26	25	29	27
35	36	34	35	39	39	55	52	48	37	29	27	27	29
36	43	41	43	40	43	71	68	56	57	29	28	33	31
48	50	43	46	52	52	119	110	76	73	34	29	35	—
56	71	55	56	61	69	—	—	—	—	37	35	43	—
83	—	74	72	96	95	—	—	—	—	49	37	57	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	47	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1250	1110	1230	1260	1210	1220	1020	1050	1080	1040	1260	1380	1230	950
290	249	278	275	321	333	331	313	261	247	204	216	224	128
+ 48	+ 9	+ 28	+ 55	+ 11	+ 22	+ 26	+ 63	+ 84	+ 40	+ 41	+ 53	+ 22	+ 28
338	258	306	330	332	355	357	376	345	287	245	269	246	156

[1]) Von den 1. Garde-Dragonern.

Noch Tabelle I (Haupttabelle).

	No.:	L 56		L 57		L 58		L 59	
	Alter und Geschlecht:	12jähr. ♀		14jähr. ♀		14jähr. ♀		15jähr. ♀	
	Rasse usw.:	Ostpreusse		Ostpreusse		Hunter		Ostpreusse	
Pferdemaße in *cm*	Widerristhöhe	157,5		163		166,5		158	
	Kruppenhöhe	156		161		165		160	
	Beinlänge	86		90		90,5		84,5	
	Brusttiefe	71,5		73		76		73,5	
	Brustumfang	174		175		189		171	
	Brustbreite	39,5		41,5		42,5		38,2	
	Kruppenbreite	50		54		57		52,5	
	Röhrbeinumfang	19		19,5		20,5		20,3	
	Rumpflänge	150		158		166		165	
		l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.
Knochenmaße in *mm*	Absolutes Gewicht in *g*	457,5	452	476	475	583	589	492	493
	Volumen in *ccm*	290,5	290,5	293,5	295	346,5	351	316	314,5
	Spez. Gewicht	1,57	1,56	1,62	1,61	1,68	1,68	1,56	1,57
	Länge	264	264	270	270	261	262	269	268
	Kleiner Durchmesser des Grosser Querschnitts	28,7	28,7	28	27,4	29,6	30	28	28
		39,3	39,6	37	37,6	40	40,8	37,7	37,3
	Länge der Griffelbeine inneres	188	186	194	192	193	193	190	190
	Griffelbeine äusseres	177	182	187	189	193	191	186	177
Durchbiegung in den einzelnen Belastungsstufen in $^1/_{100}$ *mm*	— 100 *kg*	—	—	—	—	—	—	—	—
	100— 200 „	37	36	41	41	32	25	39	35
	200— 300 „	33	35	40	41	30	23	36	33
	300— 400 „	36	35	40	39	28	23	34	33
	400— 500 „	32	37	40	42	26	22	35	36
	500— 600 „	34	37	44	40	27	21	35	34
	600— 700 „	36	38	45	44	24	21	37	36
	700— 800 „	40	41	69	47	25	22	40	37
	800— 900 „	40	47	60	59	23	22	42	47
	900—1000 „	52	94	75	77	24	25	53	57
	1000—1100 „	—	—	97	—	26	23	71	69
	1100—1200 „	—	—	—	—	28	25	—	—
	1200—1300 „	—	—	—	—	29	28	—	—
	1300—1400 „	—	—	—	—	33	32	—	—
	1400—1500 „	—	—	—	—	41	36	—	—
	1500—1600 „	—	—	—	—	47	42	—	—
	1600—1700 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1700—1800 „	—	—	—	—	—	—	—	—
Bruchlast in *kg*		1090	1000	1140	1040	1640	1640	1135	1140
Summe der Durchbiegung in der 2. Hälfte der Belastung		202	257	368	267	251	233	261	263
Durchbiegung in der letzten Stufe		+ 73	—	+ 53	+ 43	+ 25	+ 23	+ 33	+ 38
„Summe“ der Durchbiegung:		275	257	421	310	276	256	294	301

Noch Tabelle I (Haupttabelle).

L 60 1jähr. ♂ Laufpferd		L 61 12jähr. ♀ Jucker		S 1 15jähr. ♂ Däne		S 2 6jähr. ♀ Belgier		S 3 12jähr. ♀ Belgier		S 4 10jähr. ♂ Belgier		S 5 16jähr. ♂ Belgier	
Absolut	% der Widerristhöhe	Absolut	% der Widerristhöhe										
146,5	100	133	100	160		152,5		164,5		169,5		161,5	
141,5	96,6	129	97,4	159,5		154		166,5		168		159,5	
85,5	58,4	73	54,9	82,5		74		81,5		85		84	
61	41,6	60	45,1	77,5		78,5		83		84,5		77,5	
144	98,4	164	123,3	192		204		189		201		198	
29,7	20,2	36	27,1	43		48		44		49,5		45,5	
39	26,6	48	36,7	54		64,5		62		68,5		63	
15,5	10,6	18,5	13,9	21,5		21		24,5		26,5		21,5	
138	94,2	146	109,8	162		146		165		159,5		157	
l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.
286	270	356	364,5	472	466	612,5	606	709,5	690	697	699	568,5	570
208	203	219	223,5	300	294,5	374,5	371	450	457	446	445,5	355	354,5
1,37	1,33	1,63	1,63	1,57	1,58	1,64	1,63	1,58	1,60	1,56	1,55	1,60	1,61
258	256	239	240	258	259	250,5	252,5	268	268	267	268	258	260
23	22,5	26,1	26,3	27,9	27,2	31,9	31,5	32,1	31,9	33,7	34,7	30,8	31,7
29,6	29,5	34,2	34,4	36,5	36,6	43,8	42,3	44,8	44,1	49,6	47,1	42,6	42,3
186	187	165	165	178	178	172	178	192	193	188	188	178	180
185	184	167	167	167	167	185	188	199	199	189	189	175	179
46	100	29	29	} 54	43 {	17	10	25	44	20	37	26	30
63	106	37	34			14	10	27	40	22	43	23	35
69	113	36	36	} 50	50 {	17	11	26	30	21	34	23	22
75	131	38	36			16	20	25	32	21	28	21	26
85	172	36	34	} 53	57 {	18	26	21	33	18	27	21	22
—	—	42	41			18	11	15	30	15	27	18	20
—	—	43	41	} 58	61 {	17	18	15	30	19	25	23	19
—	—	49	51			21	17	18	35	15	25	22	21
—	—	—	—	} 73	64 {	18	11	14	34	11	25	25	21
—	—	—	—			19	16	13	28	13	21	25	21
—	—	—	—	} 72	—	19	21	13	33	14	21	23	22
—	—	—	—		—	17	19	18	32	13	22	30	25
—	—	—	—	—	—	19	18	19	29	13	23	32	25
—	—	—	—	—	—	18	28	18	29	15	27	—	32
—	—	—	—	—	—	26	20	—	—	15	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
595	540	825	945	1200	1080	1850	1770	1630	1400	1680	1790	1600	1540
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Noch Tabelle I (Haupttabelle).

	No.: / Alter und Geschlecht: / Rasse usw.:	S 6 12jähr. ♀ Belgier		S 7 17jähr. ♀ Däne		S 8 14jähr. ○ Belgier		S 9 17jähr. ♀ im Shire-Typ	
Pferdemaße in *cm*	Widerristhöhe	165		162		166		162	
	Kruppenhöhe	163		159,5		161		163	
	Beinlänge	84		84		83,5		83,5	
	Brusttiefe	81		78		82,5		78,5	
	Brustumfang	191		189		190		188	
	Brustbreite	48		44,5		42,5		47	
	Kruppenbreite	58,5		59		61,5		65,5	
	Röhrbeinumfang	22,2		22		23,8		24,3	
	Rumpflänge	168		167		171,5		166	
		l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.
Knochenmaße in *mm*	Absolutes Gewicht in *g*	651,5	658,5	517,5	542,5	607	610,5	676,5	695,5
	Volumen in *ccm*	427,5	440,5	337	338,5	370,5	371,5	427	437
	Spez. Gewicht	1,52	1,49	1,53	1,60	1,64	1,64	1,58	1,59
	Länge	254	257	255,5	255,5	253,5	253	265	268
	Kleiner Durchmesser des Grosser Querschnitts	31,3	30,8	31,2	30,8	30,8	30,4	32,8	34,4
		43,7	44,7	43,4	43,2	45,7	45,5	43,8	44
	Länge der Griffelbeine inneres	178	180	180	183	180	181	194	191
	äusseres	176	181	175	178	181	181	185	191
Durchbiegung in den einzelnen Belastungsstufen in $^1/_{100}$ *mm*	— 100 *kg*	23	18	26	27	32	27	22	25
	100— 200 „	29	21	32	25	23	25	35	33
	200— 300 „	25	18	28	21	20	20	36	33
	300— 400 „	23	19	30	21	19	23	32	30
	400— 500 „	22	13	27	21	21	21	27	30
	500— 600 „	22	18	22	20	21	23	29	30
	600— 700 „	18	21	27	21	25	23	25	33
	700— 800 „	19	19	26	22	29	22	28	32
	800— 900 „	20	16	22	22	25	21	32	26
	900—1000 „	16	32	21	21	32	22	23	29
	1000—1100 „	19	15	25	22	32	26	28	25
	1100—1200 „	19	22	22	22	33	18	30	74
	1200—1300 „	—	—	30	25	—	32	32	—
	1300—1400 „	—	—	—	—	—	—	30	—
	1400—1500 „	—	—	—	—	—	—	29	—
	1500—1600 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1600—1700 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1700—1800 „	—	—	—	—	—	—	—	—
Bruchlast in *kg*		1570	1520	1530	1300	1610	1610	1900	1690
Summe der Durchbiegung in der 2. Hälfte der Belastung		—	—	—	—	—	—	—	—
Durchbiegung in der letzten Stufe		—	—	—	—	—	—	—	—
„Summe“ der Durchbiegung:		—	—	—	—	—	—	—	—

Noch Tabelle I (Haupttabelle).

S 10 12jähr. ♂ Däne		S 11 12jähr. ♀ im Shire-Typ		S 12 16jähr. ♀ Belgier		S 13 14jähr. ♂ Belgier		S 14 15jähr. ♂ Belgier		S 15 14jähr. ♂ Belgier		S 16 15jähr. ♂ Belgier	
161		164,5		154		169		161		165		158	
158		165,5		154,5		169		164		167,5		159	
82,5		84,5		78,5		86		84		83		77	
78,5		79,7		75,5		83		77		82		81	
190		186,5		186,5		197		201		194		197	
43		41,5		43,5		46,5		48		43,5		42	
58		59,5		57,5		67		63		65		62	
22,5		23,2		22		27,5		22		23,5		22,5	
170		172,5		159,5		174		172		164		152	
l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.
559	572	627	633	453	460,5	645,5	627	517	507	609,5	605,5	603	584
354	366	415	424	283	281,5	399	399	322	325	388,5	388	382,5	382
1,58	1,56	1,51	1,50	1,60	1,63	1,62	1,60	1,61	1,56	1,57	1,57	1,58	1,53
258	257	265	261	249	245	258	261	251	251	257	260	252	252
31,5	31,9	32,8	33,4	28,7	33,3	32	31,4	30	29,8	31,3	31,1	31,8	31,5
44,1	44,3	44	44,5	39,2	39	ca. 44	ca. 45	41,6	41,3	41,6	42,1	43,2	43,2
184	182	195	191	176	175	186	185	180	181	184	185	182	178
181	178	195	199	175	175	180	178	180	176	186	187	182	179
20	18	14	26	47	35	12	32	12	28	18	22	23	25
21	16	25	25	28	25	12	29	18	26	18	26	29	26
19	19	15	28	23	22	14	23	18	25	21	20	30	21
19	16	15	23	22	18	16	19	18	23	18	21	30	22
19	18	27	25	21	20	19	20	20	25	18	20	25	21
16	16	29	23	21	22	16	21	21	22	18	18	22	21
19	14	22	25	21	21	16	20	21	22	18	20	15	21
16	18	18	25	19	28	19	18	20	22	19	18	25	22
19	16	21	23	20	34	19	19	20	23	19	19	33	20
18	19	36	23	28	28	21	19	20	25	21	16	26	19
18	18	25	25	29	—	22	21	—	26	18	19	35	27
21	20	22	26	27	—	29	19	—	25	20	22	40	29
23	18	33	27	26	—	—	21	—	—	20	—	43	34
—	—	—	—	—	—	—	23	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1580	1540	1460	1570	1300	1320	1710	1690	1370	1310	1520	1560	1680	1510
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Noch Tabelle I (Haupttabelle).

	No.: / Alter und Geschlecht: / Rasse usw.:	S 17 8jähr. ♀ Belgier		S 18 15jähr. ○ im Shire-Typ		S 19 7jähr. ○ im Shire-Typ		S 20 12jähr. ○ Belgier	
Pferdemaße in *cm*	Widerristhöhe	157		167		167		158,5	
	Kruppenhöhe	158		167		163,5		161,5	
	Beinlänge	79,5		83		87		81	
	Brusttiefe	77,5		84		80		77,5	
	Brustumfang	196		192		193		187	
	Brustbreite	45		44		45,3		46	
	Kruppenbreite	62,5		60		54,5		62	
	Röhrbeinumfang	23		23,5		23		21	
	Rumpflänge	171		175		172,5		157,5	
		l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.
Knochenmaße in *mm*	Absolutes Gewicht in *g*	535	530	689	676	591	593.5	563	559
	Volumen in *ccm*	342,5	342	438,5	433	374	374	362	361,5
	Spez. Gewicht	1,56	1,55	1,57	1,56	1,58	1,59	1,55	1,55
	Länge	243	247	264	264	256	256	261	260
	Kleiner Durchmesser des Grosser Querschnitts	30,3	30,2	33,7	33	31,3	31,3	29,8	27
		41,5	40,7	47,7	47,5	42,8	43,2	40,3	40,7
	Länge der inneres Griffelbeine äusseres	180	178	191	192	178	180	191	187
		183	177	191	192	180	178	223	223
Durchbiegung in den einzelnen Belastungsstufen in $^1/_{100}$ *mm*	— 100 *kg*	23	19	22	20	—	—	—	—
	100— 200 „	32	18	21	19	21	35	37	33
	200— 300 „	18	18	19	14	21	28	32	29
	300— 400 „	19	19	19	15	20	22	31	32
	400— 500 „	19	18	19	18	21	21	31	32
	500— 600 „	18	21	19	18	22	23	30	31
	600— 700 „	20	18	19	15	21	21	31	30
	700— 800 „	18	21	18	18	22	21	32	29
	800— 900 „	20	18	16	16	22	22	35	37
	900—1000 „	18	21	16	16	22	22	42	40
	1000—1100 „	20	22	18	18	25	23	49	49
	1100—1200 „	19	18	19	19	24	25	64	72
	1200—1300 „	21	28	23	20	26	26	—	—
	1300—1400 „	19	23	—	21	36	29	—	—
	1400—1500 „	21	30	—	28	36	32	—	—
	1500—1600 „	—	39	—	—	40	39	—	—
	1600—1700 „	—	—	—	—	70	51	—	—
	1700—1800 „	—	—	—	—	—	—	—	—
Bruchlast in *kg*		1650	1500	1800	1760	1700	1710	1270	1260
Summe der Durchbiegung in der 2. Hälfte der Belastung		—	—	—	—	290	258	253	257
Durchbiegung in der letzten Stufe		—	—	—	—	—	+6	+59	+52
„Summe“ der Durchbiegung:		—	—	—	—	290	264	312	309

Noch Tabelle I (Haupttabelle).

S 21 15jähr. ♀ Belgier		S 22 16jähr. ♀ Belgier		S 23 16jähr. ♂ Belgier		S 24 12jähr. ♂ Belgier		S 25 15jähr. ♂ Belgier		S 26 15jähr. ♂ Belgier		S 27 9jähr. ♂ Belgier	
161		156,5		153		170		169,5		168		157	
161,5		158		152		167,5		169		164		160	
85		76,5		76		84		91		84,5		81	
76		80		77		86		78,5		83,5		76	
193		182		178		193		190		196		187	
45,5		43,5		43		42		46		43		43,5	
58,5		59,5		62		63,5		70		60		58,5	
21,8		22		24		23,5		23		22,5		23,5	
160		163		167,5		171		174		174		174	
l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.
551	553	559	561	640	639	569	573,5	724,5	726	625	617	470,5	501,5
333	333	355	359	403,5	405,5	354,5	367	449	453	382	376,5	298	307,5
1,65	1,66	1,57	1,56	1,58	1,57	1,60	1,56	1,61	1,60	1,63	1,64	1,58	1,63
256	256	250	250	252	250	246	248	274	277	265	267	254	255
29,7	28,7	30,8	31	31,5	32,1	31,3	31,6	31,8	31,5	31,4	31,8	28	28
41,6	41,4	42,6	42,3	45,4	45,9	ca. 46	ca. 46	44,4	42	44,3	43,8	38	38,6
175	180	178	182	188	189	178	179	193	198	187	191	181	183
178	178	180	182	187	185	180	180	206	205	195	189	178	179
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	28	33	34	25	23	34	31	28	30	30	26	37	30
26	24	31	31	20	20	29	27	25	28	27	25	40	30
24	25	29	31	20	20	29	26	21	26	26	25	28	29
24	26	29	28	20	20	30	25	22	26	24	24	32	28
26	25	29	26	19	18	28	25	23	25	25	23	35	30
24	26	32	25	20	19	30	25	21	25	24	22	36	31
26	37	30	27	21	20	34	24	22	24	24	22	37	32
27	28	32	27	20	20	36[1])	25	24	25	25	21	43	36
30	31	32	26	21	21	23	25	23	25	26	22	53	42
35	35	34	31	23	22	24	27	24	28	27	23	78	53
41	41	37	34	24	24	29	31	27	29	33	24	—	69
51	51	44	43	27	26	31	35	28	35	36	26	—	—
—	—	120?	57	31	30	40	44	34	36	37	27	—	—
—	—	51	72	37	37	52	66	38	45	50	32	—	—
—	—	—	—	43	45	—	—	58	57	—	49	—	—
—	—	—	—	53	73	—	—	—	—	—	44	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42	—	—
1330	1320	1560	1520	1710	1700	1560	1550	1640	1605	1540	1860	1140	1270
222	236	365	304	269	288	252	265	256	280	246	289	265	263
+ 20	+ 14	+ 58	+ 16	+ 6	—	+ 40	+ 35	+ 26	+ 4	+ 26	+ 39	+ 39	+ 61
242	250	423	320	275	288	292	300	282	284	272	328	304	324

[1]) Krachen des Knochens.

Noch Tabelle I (Haupttabelle).

	No.: / Alter und Geschlecht: / Rasse usw.:	S 28 12jähr. ♂ im Shire-Typ		S 29 15jähr. ♀ Däne		S 30 15jähr. ♂ Belgier		S 31 15jähr. ♀ Belgier	
Pferdemaße in *cm*	Widerristhöhe	169		162,5		161		159	
	Kruppenhöhe	167		159,5		161		156	
	Beinlänge	87,5		84		86,5		79,5	
	Brusttiefe	81,5		78,5		74,5		79,5	
	Brustumfang	192		189		179		191	
	Brustbreite	43,5		43		43,5		43	
	Kruppenbreite	63		59		62,5		58	
	Röhrbeinumfang	24		23,5		22		20	
	Rumpflänge	173		168		161		165	
		l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.
Knochenmaße in *mm*	Absolutes Gewicht in *g*	531	540	616	615,5	547,5	546,5	527	542
	Volumen in *ccm*	346	347	391	389,5	333,5	335	331,5	339
	Spez. Gewicht	1,53	1,56	1,57	1,58	1,64	1,63	1,59	1,59
	Länge	259	258	257	256	258	258	252	252
	Kleiner Durchmesser des Grosser Querschnitts	29	29	29,5	30,8	29,5	29,6	30,2	30,2
		41,3	41,4	43,8	—	41,8	42	ca. 40	39,9
	Länge der Griffelbeine inneres	182	183	178	180	156	170	190	187
	äusseres	180	179	175	180	186	179	186	184
Durchbiegung in den einzelnen Belastungsstufen in $^1/_{100}$ *mm*	— 100 *kg*	—	—	—	—	—	—	—	—
	100— 200 „	31	43	27	27	28	29	24	26
	200— 300 „	30	38	24	24	24	26	22	22
	300— 400 „	32	37	20	22	26	26	20	22
	400— 500 „	29	33	20	22	24	24	24	20
	500— 600 „	32	31	21	21	25	26	23	22
	600— 700 „	32	32	21	21	26	26	22	21
	700— 800 „	33	34	21	21	26	26	22	22
	800— 900 „	37	37	20	21	29	28	25	22
	900—1000 „	42	42	24	22	31	28	24	23
	1000—1100 „	56	51	24	23	35	35	25	25
	1100—1200 „	—	71	24	24	44	40	30	29
	1200—1300 „	—	—	29	28	57	50	35	29
	1300—1400 „	—	—	34	32	67	62	40	36
	1400—1500 „	—	—	41	—	102	87	54	44
	1500—1600 „	—	—	56	—	—	—	—	—
	1600—1700 „	—	—	—	—	—	—	—	—
	1700—1800 „	—	—	—	—	—	—	—	—
Bruchlast in *kg*		1180	1260	1600	1480	1520	1510	1500	1520
Summe der Durchbiegung in der 2. Hälfte der Belastung		216	267	252	171	378	343	244	219
Durchbiegung in der letzten Stufe		+ 63	+ 53	—	+ 39	+ 20	+ 9	—	+ 12
„Summe“ der Durchbiegung:		279	320	252	200	398	352	244	231

Noch Tabelle I (Haupttabelle).

S 32 15jähr. ♀ Belgier		S 33 12jähr. ♂ Belgier		S 34 15jähr. ♀ Belgier		S 35 15jähr. ♂ Belgier		S 36 15jähr. ♀ im Shire-Typ		S 37 18jähr. ♀ Belgier		S 38 15jähr. ♂ Belgier	
159		Nicht gemessen.		160,5		160		167		159		Nicht gemessen.	
157				162		162		164		159			
83				83,5		81,5		87,5		85,5			
76				77		78,5		79,5		73,5			
182,5				203		191		197		175			
44				42		46		43,5		38,5			
57,5				61,5		62		61		60			
20,5				24,2		21,3		22		23			
161				168,5		167,5		165		174,5			
l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.
471,5	465	619	627	568	533	606,5	619,5	664,5	666	581	579,5	599	600
301,5	296	385,5	392	341,5	322,5	381	392	416,5	424	362	364,5	373,5	375,5
1,56	1,57	1,61	1,60	1,66	1,65	1,59	1,58	1,60	1,58	1,60	1,59	1,60	1,60
260	256	262	264	259	259	261	263	260	260	254	254	255,5	256
30,6	30	31,7	31	31,3	30,5	31,4	32	33,2	32,9	30,2	29,8	33	31,7
37,9	36	46,7	45	41,7	40,4	43	ca. 44	ca. 44	43,9	41,6	42,4	44,3	44,8
181	185	177	177	179	182	183	186	191	191	184	188	174	174
175	182	171	170	174	177	185	190	185	186	184	181	177	174
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34	37	23	23	28	27	32	37	35	19	29	27	22	27
29	34	23	23	26	27	27	32	23	20	25	24	22	22
30	32	23	22	25	26	22	35	17	18	24	21	21	23
31	31	22	21	26	25	24	33	17	20	24	24	21	23
31	31	23	22	24	25	25	33	19	20	23	23	21	21
30	31	22	22	24	27	25	32	17	18	24	23	22	22
33	37	24	22	26	27	25	26	17	20	23	23	21	23
36	33	26	23	27	28	29	27	18	18	25	24	22	24
39	41	25	23	30	32	27	28	19	20	25	25	24	23
48	51	27	27	30	36	31	32	21	20	29	28	24	24
57	62	29	25	39	40	39	42	19	20	32	30	25	25
—	48	36	29	44	54	54	40	20	22	37	37	28	34
—	—	45	35	—	—	51	52	23	24	46	45	30	35
—	—	—	41	—	—	75	76	26	29	64	61	37	37
—	—	—	47	—	—	—	—	31	34	—	—	88	69
—	—	—	—	—	—	—	—	38	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1240	1300	1420	1660	1380	1360	1580	1520	1700	1700	1540	1520	1640	1620
243	328	212	250	208	231	319	310	206	187	270	262	278	271
+ 32	—	+ 12	+ 38	+ 58	+ 43	+ 68	+ 17	—	+ 47	+ 29	+ 14	+ 28	+ 13
275	328	224	288	266	274	387	327	206	234	299	276	306	284

Tabelle II. Zusammenstellung der Pferdemafse.

Durchschnitt von 59 Laufpferden und 38 Schrittpferden.

	Laufpferde		Schrittpferde	
	absolut in *cm*	in % der Widerristhöhe	absolut in *cm*	in % der Widerristhöhe
1. Widerristhöhe	159,05 (161,00)	100,00 (100,00)	162,13 (162,00)	100,00 (100,00)
2. Kruppenhöhe	167,39	98,95 (99,00)	161,67	99,72 (101,20)
3. Beinlänge	82,66	51,96 (52,00)	82,91	51,13 (48,90)
4. Brusttiefe	76,39	48,04 (48,00)	79,22	48,87 (51,10)
5. Brustumfang	171,86	108,05 (119,88)	191,11	117,90 (128,55)
6. Brustbreite	38,86	24,44 (26,70)	44,23	27,28 (31,50)
7. Kruppenbreite	53,70	33,18 (34,90)	61,22	37,76 (41,10)
8. Röhrbeinumfang	19,02	11,96 (12,10)	22,83	14,08 (14,40)
9. Rumpflänge	156,20	98,24 (102,20)	166,36	102,60 (107,30)

Tabelle III. Verhältnis von Röhrbeinlänge zu Widerristhöhe.

Die Röhrbeinlänge beträgt von der Widerristhöhe nachfolgende Prozente.

Bei Laufpferden:						Bei Schrittpferden:			
No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
1	—	22	17,0	43	**15,3**	1	16,2	22	16,0
2	15,9	23	16,2	44	16,0	2	**16,5**	23	16,4
3	16,0	24	16,4	45	16,2	3	16,2	24	**14,5**
4	**17,9**	25	15,7	46	16,6	4	15,8	25	16,3
5	15,6	26	16,1	47	16,7	5	16,0	26	15,9
6	16,3	27	16,2	48	16,5	6	15,5	27	16,2
7	16,5	28	16,2	49	16,1	7	15,8	28	15,3
8	15,7	29	16,1	50	16,2	8	15,3	29	15,8
9	16,8	30	16,2	51	16,2	9	16,5	30	16,0
10	16,2	31	16,3	52	16,8	10	16,0	31	15,8
11	16,4	32	16,6	53	16,7	11	16,0	32	16,2
12	—	33	16,7	54	16,5	12	16,0	33	—
13	15,6	34	16,2	55	16,0	13	15,4	34	16,1
14	16,2	35	16,1	56	16,7	14	15,6	35	16,4
15	15,9	36	16,7	57	16,6	15	15,7	36	15,6
16	17,0	37	16,6	58	15,7	16	16,0	37	16,0
17	16,3	38	16,2	59	17,0	17	15,6	38	—
18	17,4	39	16,2	(60	17,5)	18	15,8		
19	15,9	40	15,6	(61	18,0)	19	15,3		
20	16,4	41	16,6			20	16,4		
21	16,3	42	16,2			21	15,9		
Im Mittel: 16,0 %.						Im Mittel: 15,2 %.			

Tabelle IV L. Maſse des Querschnitts.

Laufpferde.

No.	Links:						Rechts:					
	Kleiner Durchmesser	Grosser Durchmesser	Kleiner Durchmesser betr. vom grossen Durchmesser	Mittlerer Durchmesser	Mittlerer Durchmesser betr. von Röhrbeinlänge	Flächeninhalt	Kleiner Durchmesser	Grosser Durchmesser	Kleiner Durchmesser betr. vom grossen Durchmesser	Mittlerer Durchmesser	Mittlerer Durchmesser betr. von Röhrbeinlänge	Flächeninhalt
	mm	*mm*	%	*mm*	%	*qmm*	*mm*	*mm*	%	*mm*	%	*qmm*
1	28,0	36,0	78	32,0	12,5	792	28,0	35,9	78	32,0	12,4	790
2	27,3	35,0	78	31,1	13,0	750	27,0	34,5	78	30,7	12,8	731
3	28,8	35,4	81	32,1	12,6	801	29,3	35,4	83	32,3	12,6	815
4	28,0	35,1	80	31,5	12,5	772	28,7	35,3	81	32,0	12,6	796
5	27,7	36,2	77	31,9	12,8	788	26,7	38,4	70	32,5	13,1	805
6	26,9	35,9	75	31,4	12,5	759	27,6	36,6	75	32,1	12,8	794
7	30,4	38,7	79	34,5	13,4	924	30,2	39,4	77	34,8	13,4	935
8	29,0	38,0	76	33,5	13,5	866	29,0	37,8	77	33,4	13,5	861
9	29,2	37,7	77	33,4	12,9	865	28,9	35,4	82	32,1	12,4	804
10	27,5	36,8	75	32,1	13,1	795	26,7	35,1	76	30,9	12,6	736
11	28,1	35,2	80	31,6	12,7	777	28,5	37,7	76	33,1	13,3	844
12	33,6	40,2	83	36,9	13,2	1062	33,5	40,8	82	37,1	13,3	1074
13	29,4	37,2	79	33,3	13,1	860	29,5	37,2	79	33,3	13,2	862
14	26,8	34,8	77	30,8	12,7	733	25,6	34,8	74	30,2	12,1	700
15	26,8	37,8	71	32,3	13,1	796	26,2	37,0	71	31,6	12,8	761
16	30,0	38,1	79	34,0	12,9	858	29,2	38,6	76	33,9	12,8	885
17	29,4	39,2	75	34,3	13,2	905	30,5	39,0	78	34,7	13,3	934
18	30,8	39,0	79	34,9	13,1	944	32,3	40,0	81	36,1	13,6	1015
19	25,7	35,2	73	30,4	12,3	711	26,4	35,4	75	30,9	12,5	738
20	26,0	36,5	71	31,2	12,6	746	26,8	36,4	74	31,6	12,8	767
21	25,0	31,0	81	28,0	11,5	609	26,2	31,6	83	28,9	11,8	651
22	26,7	35,0	76	30,8	12,1	734	27,3	35,5	77	31,4	12,3	761
23	31,4	37,0	85	34,2	13,0	913	31,5	37,3	84	34,4	13,0	923
24	25,0	33,6	74	29,3	11,9	660	26,0	33,3	78	29,6	12,0	680
25	28,5	37,0	77	32,7	13,3	828	29,0	37,0	78	33,0	13,5	843
26	26,3	35,0	75	30,6	12,6	723	26,6	35,0	76	30,8	12,7	731
27	29,0	39,4	74	34,2	13,5	898	30,0	37,6	80	33,8	13,3	886
28	27,0	38,3	70	32,6	12,7	812	27,3	38,0	72	32,6	12,6	815
29	25,0	35,7	70	30,3	12,1	701	25,0	36,0	69	30,5	12,2	707
30	27,8	35,2	79	31,5	12,3	769	28,3	36,0	79	32,1	12,6	801
31	30,0	37,4	80	33,7	12,5	882	30,0	36,5	82	33,2	12,3	860
32	26,5	35,4	75	30,9	12,1	737	27,3	36,0	76	31,6	12,4	772
33	27,9	35,8	78	31,8	12,6	785	27,7	35,4	78	31,5	12,6	771
zu übertragen:	925,5	1203,8	2537	1063,8	419,9	27832	932,8	1205,9	2555	1068,7	421,2	28071

Noch Tabelle IV L.

No.	Links:						Rechts:					
	Kleiner Durchmesser mm	Grosser Durchmesser mm	Kleiner Durchmesser betr. vom grossen Durchmesser %	Mittlerer Durchmesser mm	Mittlerer Durchmesser betr. von Röhrbeinlänge %	Flächeninhalt qmm	Kleiner Durchmesser mm	Grosser Durchmesser mm	Kleiner Durchmesser betr. vom grossen Durchmesser %	Mittlerer Durchmesser mm	Mittlerer Durchmesser betr. von Röhrbeinlänge %	Flächeninhalt qmm
Übertrag:	925,5	1203,8	2537	1063,8	419,9	27832	932,8	1205,9	2555	1068,7	421,2	28071
34	26,7	35,8	75	31,2	13,0	751	26,7	37,0	72	31,8	13,3	776
35	27,6	35,5	78	31,5	13,3	770	28,0	35,5	79	31,7	13,3	781
36	24,4	33,0	74	28,7	11,5	632	26,3	32,8	80	29,5	11,8	678
37	27,3	36,0	76	31,6	12,5	772	27,0	35,8	75	31,4	12,4	759
38	28,6	38,0	75	33,3	13,1	854	28,7	37,5	77	33,1	12,9	838
39	28,7	36,8	78	32,7	13,1	830	28,2	37,2	76	32,7	13,1	824
40	27,0	36,4	74	31,7	13,0	772	27,0	36,0	75	31,5	13,0	764
41	30,0	37,0	81	33,5	12,3	872	29,8	37,2	80	33,5	12,2	871
42	26,3	33,7	78	30,0	12,2	696	25,8	32,8	79	29,3	11,7	665
43	26,7	35,4	75	31,0	12,8	742	26,5	35,5	75	31,0	12,4	739
44	28,0	36,4	77	32,2	13,0	801	28,7	37,5	77	33,1	13,4	845
45	27,4	37,3	73	32,3	12,5	803	26,6	37,3	71	31,9	12,4	779
46	28,7	37,2	77	32,9	12,3	839	28,7	36,8	78	32,7	12,3	830
47	29,5	36,3	81	32,9	12,4	841	31,3	37,7	83	34,5	13,0	927
48	28,6	37,5	76	33,0	12,5	842	28,4	38,2	74	33,3	12,5	852
49	28,6	36,8	78	32,7	12,7	827	29,0	37,8	77	33,4	13,0	861
50	28,5	35,4	81	31,9	12,6	793	28,2	35,8	79	32,0	12,8	793
51	27,4	37,4	73	32,4	12,6	805	27,4	37,5	73	32,4	12,6	807
52	27,0	34,6	78	30,8	12,3	734	26,7	34,4	78	30,5	12,2	721
53	26,8	34,2	78	30,5	11,8	720	27,4	34,2	80	30,8	12,0	736
54	28,6	38,7	74	33,6	13,2	870	30,0	38,3	78	34,1	13,4	903
55	27,8	38,0	73	32,9	13,5	829	27,2	38,4	71	32,8	13,4	820
56	28,7	39,3	73	34,0	12,9	886	28,7	39,6	72	34,1	12,9	893
57	28,0	37,0	76	32,5	12,0	814	27,4	37,6	73	32,5	12,0	810
58	29,6	40,0	74	34,8	13,3	930	30,0	40,8	74	35,4	13,5	962
59	28,0	37,7	74	32,8	12,2	830	28,0	37,3	75	32,6	12,2	820
(60)	23,0	29,6	77	26,3	—	535	22,5	29,5	76	26,0	—	522
(61)	26,1	34,2	76	30,1	—	702	26,3	34,4	76	30,3	—	711
Summe:	1650,0	2155,2	4517	1901,2	748,5	48487	1660,5	2162,4	4538	1910,3	750,9	49127
je:	27,97	36,53	76,57	32,22	12,68	821,81	28,14	36,65	76,91	32,38	12,73	832,66
Durchschnitt von links und rechts zusammen:							28,06	36,59	76,74	32,30	12,71	827,24

Tabelle IV S. Maſse des Querschnittes.

Schrittpferde.

No.	Links:						Rechts:					
	Kleiner Durchmesser	Grosser Durchmesser	Kleiner Durchmesser betr. vom grossen Durchmesser	Mittlerer Durchmesser	Mittlerer Durchmesser betr. von Röhrbeinlänge	Flächeninhalt	Kleiner Durchmesser	Grosser Durchmesser	Kleiner Durchmesser betr. vom grossen Durchmesser	Mittlerer Durchmesser	Mittlerer Durchmesser betr. von Röhrbeinlänge	Flächeninhalt
	mm	*mm*	%	*mm*	%	*qmm*	*mm*	*mm*	%	*mm*	%	*qmm*
1	27,9	36,5	76	32,2	12,5	800	27,2	36,6	74	31,9	12,3	783
2	31,9	43,8	73	37,8	15,1	1 098	31,5	42,3	74	36,9	14,6	1 047
3	32,1	44,8	72	38,4	14,3	1 130	31,9	44,1	72	38,0	14,2	1 105
4	33,7	49,6	68	41,6	15,5	1 314	34,7	47,1	74	40,9	15,3	1 284
5	30,8	42,6	72	36,7	14,2	1 031	31,7	42,3	75	37,0	14,2	1 060
6	31,3	43,7	72	37,5	14,8	1 075	30,8	44,7	69	37,7	14,7	1 082
7	31,2	43,4	72	37,3	14,6	1 064	30,8	43,2	71	37,0	14,5	1 046
8	30,8	45,7	67	38,2	15,1	1 106	30,4	45,5	67	37,9	15,0	1 087
9	32,8	43,8	75	38,3	14,5	1 129	34,4	44,0	78	39,2	14,6	1 190
10	31,5	44,1	71	37,8	14,6	1 091	31,9	44,3	72	38,1	14,8	1 110
11	32,8	44,0	75	38,4	14,5	1 134	33,4	44,5	75	38,9	14,9	1 168
12	28,7	39,2	73	33,9	13,6	884	28,3	39,0	85	36,1	14,7	1 021
13	32,0	44,0	73	38,0	14,7	1 106	31,4	45,0	70	38,2	14,6	1 110
14	30,0	41,6	72	35,8	14,3	981	29,8	41,3	72	35,5	14,1	967
15	31,3	41,6	75	36,4	14,2	1 023	31,1	42,1	74	36,6	14,1	1 028
16	31,8	43,2	74	37,5	14,9	1 080	31,5	43,2	73	37,3	14,8	1 069
17	30,3	41,5	73	35,9	14,8	988	30,2	40,7	74	35,4	15,0	966
18	33,7	47,7	71	40,7	15,4	1 263	33,0	47,5	69	40,2	15,2	1 231
19	31,3	42,8	73	37,0	14,5	1 052	31,3	43,2	72	37,2	14,5	1 062
20	29,8	40,3	74	35,0	13,4	944	27,0	40,7	66	33,8	13,0	863
21	29,7	41,6	71	35,6	14,0	971	28,7	41,4	69	35,0	13,7	933
22	30,8	42,6	72	36,7	14,6	1 031	31,0	42,3	73	36,6	14,6	1 030
23	31,5	45,4	69	38,4	15,3	1 124	32,1	45,9	70	39,0	15,6	1 157
24	31,3	46,0	68	38,6	15,9	1 131	31,6	46,0	69	38,8	15,6	1 142
25	31,8	44,4	72	38,1	13,9	1 109	31,5	42,0	75	36,7	13,3	1 039
26	31,4	44,3	71	37,8	14,3	1 093	31,8	43,8	73	37,8	14,2	1 094
27	28,0	38,0	74	33,0	13,0	836	28,0	38,6	73	33,3	13,0	849
28	29,0	41,3	70	35,1	13,6	941	29,0	41,4	70	35,2	13,6	944
29	29,5	43,8	67	36,6	14,2	1 015	30,8	—	—	—	—	—
30	29,5	41,8	71	35,6	13,8	969	29,6	42,0	70	35,8	13,9	977
31	30,2	40,0	76	35,1	13,9	949	30,2	39,9	76	35,0	13,9	947
32	30,6	37,9	81	34,2	13,2	911	30,0	36,0	83	33,0	12,9	849
33	31,7	46,7	68	39,2	15,0	1 163	31,0	45,0	69	38,0	14,5	1 096
34	31,3	41,7	75	36,5	14,1	1 025	30,5	40,6	75	35,4	13,7	968
35	31,4	43,0	73	37,2	14,2	1 061	32,0	44,0	73	38,0	14,9	1 106
36	33,2	44,0	75	38,6	14,9	1 148	32,9	43,9	75	38,4	14,8	1 135
37	30,2	41,6	73	35,9	14,1	987	29,8	42,4	70	36,1	14,2	993
38	33,0	44,3	74	38,6	15,1	1 149	31,7	44,8	71	38,2	14,9	1 116
Summe:	1179,8	1632,3	2751	1405,2	546,6	39 906	1174,5	1581,3	2690	1363,1	530,4	38 654
je:	31,05	42,96	72,39	36,97	14,38	1050,16	30,91	42,74	72,70	36,85	14,34	1044,70
Durchschnitt von links und rechts zusammen:							30,98	42,85	72,55	36,91	14,36	1047,43

Tabelle V. Verhältnis der Stärke des Laufpferde.

No. des Pferdes	Knochenumfang beträgt vom Umfang des Mittelfusses %	No. des Pferdes	Knochenumfang beträgt vom Umfang des Mittelfusses %	No. des Pferdes	Knochenumfang beträgt vom Umfang des Mittelfusses %	No. des Pferdes	Knochenumfang beträgt vom Umfang des Mittelfusses %	Abgerundeter mittlerer Prozentsatz %	Zahl der Pferde	Prozentsatz der Pferde %	Flächeninhalt des Querschnittes, wenn Gruppe C = 806 *qmm*	Pferdegewicht nach Grösse des Querschnittes Ztr.	Mittelfussumfang bei gleicher Knochenstärke *cm*	Bezeichnung der Gruppe
1.	2.	1.	2.	3.	4.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
1	—	31	56,6			25	47,0							
2	52,8	32	51,9			3	47,5							
3	47,5	33	52,5			29	48,7	48	6	10	662	*8,21*	23,0	A.
4	50,9	34	55,3			43	48,7							
5	51,5	35	53,4			59	48,7							
6	49,3	36	52,5	14	52,2	6	49,3							
7	54,1	37	53,1	51	52,2	15	50,3							
8	52,5	38	53,7	8	52,5	20	50,3							
9	56,9	39	54,1	24	52,5	4	50,9							
10	51,9	40	51,9	33	52,5	5	51,5							
11	54,7	41	51,9	36	52,5	10	51,9	51	9	16	748	*9,28*	21,8	B
12	—	42	52,5	42	52,5	26	51,9							
13	53,7	43	48,7	45	52,5	32	51,9							
14	52,2	44	56,3	46	52,5	40	51,9							
15	50,3	45	52,5	57	52,5	41	51,9							
16	53,4	46	52,5	2	52,8									
17	55,3	47	53,1	49	52,8									
18	53,4	48	54,7	54	52,8	=		53	26	46	806	*10,00*	21,0	C.
19	53,1	49	52,8	19	53,1									
20	50,3	50	54,1	37	53,1									
21	53,4	51	52,2	47	53,1									
22	55,3	52	55,3	16	53,4	7	54,1							
23	56,6	53	53,4	18	53,4	39	54,1							
24	52,5	54	52,8	21	53,4	50	54,1							
25	47,0	55	53,4	35	53,4	11	54,7							
26	51,9	56	56,3	53	53,4	48	54,7	55	9	16	864	*10,72*	20,2	D.
27	57,5	57	52,5	55	53,4	17	55,3							
28	53,7	58	53,4	58	53,4	22	55,3							
29	48,7	59	48,7	13	53,7	34	55,3							
30	56,6	(60)	53,4	28	53,7	52	55,3							
		(61)	51.2	38	53,7	44	56,3							
						56	56,3							
						23	56,6							
						30	56,6	57	7	12	936	*11,61*	19,5	E.
						31	56,6							
						9	56,9							
						27	57,5							

Mittelfusses gegenüber der des Metacarpus.

Schrittpferde.

No. des Pferdes	Knochenumfang beträgt vom Umfang des Mittelfusses %	No. des Pferdes	Knochenumfang beträgt vom Umfang des Mittelfusses %	Abgerundeter mittlerer Prozentsatz %	Zahl der Pferde	Prozentsatz der Pferde %	Flächeninhalt des Querschnittes, wenn Gruppe C = 806 *qmm*	Pferdegewicht nach Grösse des Querschnittes Ztr.	Mittelfussumfang bei gleicher Knochenstärke *cm*	Bezeichnung der Gruppe
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
1	46,8	13	43,4							
2	56,6	27	44,0							
3	49,3	28	45,9	45	5	14	808	*10,80*	26,1	A.
4	49,3	1	46,8							
5	53,7	34	47,5							
6	52,8									
7	53,4	12	48,4							
8	50,6	15	48,7							
9	49,7	17	49,0							
10	52,8	29	49,0	49	8	22	966	*12,92*	23,9	B.
11	51,9	37	49,0							
12	48,4	3	49,3							
13	43,4	4	49,3							
14	51,2	9	49,7							
15	48,7	19	50,3							
16	52,5	23	50,3							
17	49,0	8	50,6							
18	54,4	30	50,9	51	8	22	1047	*14,00*	23,0	C.
19	50,3	14	51,2							
20	52,5	21	51,5							
21	51,5	24	51,5							
22	52,5	11	51,9							
23	50,3									
24	51,5	25	52,2							
25	52,2	16	52,5							
26	52,8	20	52,5							
27	44,0	22	52,5							
28	45,9	32	52,5	53	10	28	1128	*15,08*	22,1	D.
29	49,0	6	52,8							
30	50,9	10	52,8							
31	55,0	26	52,8							
32	52,5	7	53,4							
33	—	5	53,7							
34	47,5	18	54,4							
35	55,0	31	55,0							
36	55,0	35	55,0	55	5	14	1208	*16,15*	21,3	E.
37	49,0	36	55,0							
38	—	2	56,6							

Tabelle VI L. Wandstärke.

No.	Links: Absolut in $^1/_{10}$ *mm*					Links: % vom Querschnitt-Radius					Rechts: Absolut in $^1/_{10}$ *mm*					Rechts: % vom Querschnitt-Radius				
	volar	lateral	dorsal	medial	Mittel	volar	lateral	dorsal	medial	Mittel	volar	lateral	dorsal	medial	Mittel	volar	lateral	dorsal	medial	Mittel
♂ 1	65	110	106	132	103	40	68	66	82	64	65	108	100	120	98	40	68	62	76	61
♀ 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60	85	85	98	77	40	56	56	64	53
♀ 3	57	85	90	97	82	36	52	56	60	51	67	87	78	98	82	42	54	48	60	51
♀ 4	55	78	108	112	86	34	50	68	72	56	58	78	105	111	88	36	48	66	70	55
◯ 5	56	96	88	107	87	36	60	56	68	55	53	79	75	120	84	32	48	46	74	51
♀ 6	65	79	84	98	81	42	50	54	62	52	62	72	86	95	79	38	44	54	60	49
♀ 7	80	104	110	140	108	46	60	64	82	63	80	100	108	140	107	46	58	62	80	61
◯ 8	55	76	89	103	81	32	46	54	62	48	62	82	80	99	81	38	50	48	60	49
♀ 9	70	90	84	97	85	42	54	50	58	51	75	86	86	100	87	46	54	54	62	54
♀ 10	65	93	96	117	93	40	58	60	72	57	63	88	86	97	83	40	56	56	62	53
♀ 11	63	84	82	107	84	40	54	52	68	53	75	86	87	108	89	46	52	52	66	54
♀ 12	69	92	112	108	95	38	50	60	58	51	75	107	104	105	98	40	58	56	56	52
♀ 13	61	83	113	125	95	36	50	68	76	57	65	84	100	115	91	40	50	60	70	55
♀ 14	40	68	100	107	79	26	44	64	68	50	43	66	92	105	76	28	44	60	70	50
◯ 15	59	89	79	140	92	36	56	50	86	57	55	95	80	120	87	34	60	50	76	55
◯ 16	75	92	98	130	99	44	54	58	76	58	61	90	95	134	95	36	54	56	80	56
♀ 17	71	93	104	135	101	42	54	60	78	58	85	132	95	132	111	48	76	54	76	63
◯ 18	65	108	98	102	94	38	62	56	58	53	80	100	100	105	96	44	56	56	58	53
♀ 19	46	75	80	114	79	30	50	52	76	52	45	79	76	108	77	30	52	50	70	50
◯ 20	59	75	86	115	84	38	48	56	74	54	64	86	68	117	84	40	54	44	74	53
◯ 21	65	82	90	100	84	46	58	64	72	60	66	87	90	105	87	46	60	62	72	60
♀ 22	48	84	90	95	79	32	54	58	62	51	50	79	95	95	80	32	50	60	60	50
♀ 23	57	94	120	115	96	34	54	70	68	55	59	89	120	110	94	34	52	70	64	55
♀ 24	50	87	108	100	86	34	60	74	68	59	56	86	98	110	87	38	58	66	74	59
♀ 25	51	79	105	112	87	32	48	64	68	53	49	79	105	108	85	30	48	64	66	52
♀ 26	57	86	100	110	88	38	56	66	72	58	56	90	99	104	87	36	58	64	68	56
◯ 27	70	90	97	103	90	40	52	56	60	52	68	93	97	105	91	40	56	58	62	54
◯ 28	58	82	100	118	89	36	50	62	72	55	50	99	110	126	96	30	60	68	78	59
◯ 29	56	89	90	110	86	36	58	60	72	56	62	87	88	109	86	40	58	58	72	57
♀ 30	64	98	110	116	97	40	62	70	74	61	65	108	105	105	96	40	68	66	66	60
♀ 31	60	74	100	107	85	36	44	60	64	51	53	78	97	93	80	32	48	58	56	53
♀ 32	45	78	100	117	85	30	50	64	76	55	52	85	95	120	88	32	54	60	76	55
♀ 33	60	72	90	120	85	38	46	56	76	54	62	91	90	112	89	40	58	58	72	57
zu übertragen:	1917	2765	3107	3609	—	1188	1712	1928	2240	—	2041	2941	3075	3629	—	1254	1820	1902	2250	—

Noch Tabelle VI L.

No.	Links: Absolut in $^1/_{10}$ *mm*					Links: % vom Querschnitt-Radius					Rechts: Absolut in $^1/_{10}$ *mm*					Rechts: % vom Querschnitt-Radius				
	volar	lateral	dorsal	medial	Mittel	volar	lateral	dorsal	medial	Mittel	volar	lateral	dorsal	medial	Mittel	volar	lateral	dorsal	medial	Mittel
Übertrag:	1917	2765	3107	3609	—	1188	1712	1928	2240	—	2041	2941	3075	3629	—	1254	1820	1902	2250	—
♀ 34	48	72	78	102	75	30	46	50	66	48	50	73	75	105	76	32	46	48	66	48
♀ 35	63	77	83	93	79	40	48	52	60	50	68	78	76	90	78	42	50	48	56	49
♀ 36	68	90	72	107	84	48	62	50	74	58	75	91	71	—	—	50	62	48	—	—
♀ 37	67	85	78	117	87	42	54	50	74	55	67	91	77	110	86	42	58	50	70	55
♀ 38	78	107	100	117	100	46	64	60	70	60	73	93	90	117	93	44	56	54	70	56
♀ 39	39	75	101	112	82	24	46	62	68	50	42	72	90	110	78	26	44	56	68	48
♀ 40	72	77	72	105	81	46	48	46	66	51	72	78	72	105	82	46	50	46	66	52
♀ 41	85	85	98	105	93	50	50	58	62	55	68	81	83	120	88	40	48	50	72	52
♀ 42	57	83	90	80	77	38	56	60	54	52	50	82	85	78	74	34	56	58	54	50
♀ 43	67	85	85	115	88	44	54	54	74	51	61	85	82	107	89	40	54	52	70	54
♀ 44	54	—	—	90	—	34	—	—	56	—	53	75	82	90	75	32	46	50	54	45
♀ 45	47	90	100	120	89	30	56	62	74	55	45	83	103	125	89	28	52	64	78	55
♀ 46	54	100	98	95	87	32	60	60	58	52	60	87	94	100	85	36	54	58	62	52
♀ 47	72	92	—	107	—	44	56	—	66	—	77	107	98	100	95	44	62	56	58	55
♀ 48	61	84	113	125	96	36	50	68	76	57	62	72	93	130	89	38	44	56	78	54
♀ 49	65	88	87	104	86	40	54	54	64	53	63	90	88	100	85	38	54	52	60	51
♀ 50	52	73	97	103	81	32	46	60	64	50	44	72	84	103	76	28	46	52	64	47
♀ 51	45	77	—	—	—	28	48	—	—	—	42	80	80	102	76	26	50	50	62	47
♀ 52	45	75	92	97	77	30	48	60	62	50	50	72	95	97	78	32	48	62	64	51
♀ 53	53	90	103	105	88	34	60	68	68	57	62	97	97	101	89	40	62	62	66	57
♀ 54	67	95	90	110	90	40	56	54	66	54	80	100	87	110	94	46	58	52	64	55
♀ 55	57	94	103	115	92	34	58	62	68	55	47	95	100	117	88	28	58	60	72	54
♀ 56	55	73	80	113	80	32	42	48	66	47	55	80	83	110	82	32	46	48	64	47
♀ 57	43	82	92	125	85	26	50	56	76	52	50	60	88	132	82	30	36	54	82	50
♀ 58	65	93	100	130	97	38	54	58	74	56	65	96	105	135	100	36	54	60	76	55
♀ 59	54	83	84	105	81	32	50	52	64	49	50	87	86	97	80	30	54	52	60	49
◯ (60)	38	57	64	65	56	28	44	48	50	42	32	52	60	61	51	24	40	46	46	39
♀ (61)	70	87	90	127	93	46	58	60	84	62	70	87	75	122	88	46	58	50	80	58
Summe:	3450	4890	5203	6306	—	2138	3028	3232	3910	—	3554	5118	5339	6320	—	2194	3168	3300	3906	—
je *mm*:	5,95	8,58	9,46	11,06	8,76	36,9	53,1	58,8	68,6	54,3	6,02	8,68	9,05	10,90	8,66	37,2	53,7	55,9	67,3	53,5
Durchschnitt von rechts und links zusammen *mm*:											5,99	8,63	9,25	10,98	8,71	37,0	53,4	57,3	68,0	53,9

Tabelle VI S. Wandstärke.

No.	Links: Absolut in $^1/_{10}$ *mm*					Links: % vom Querschnitt-Radius					Rechts: Absolut in $^1/_{10}$ *mm*					Rechts: % vom Querschnitt-Radius				
	volar	lateral	dorsal	medial	Mittel	volar	lateral	dorsal	medial	Mittel	volar	lateral	dorsal	medial	Mittel	volar	lateral	dorsal	medial	Mittel
♂ 1	70	85	78	98	83	44	52	48	60	51	72	97	80	100	87	46	60	50	62	54
♀ 2	71	107	116	132	106	38	54	32	70	56	61	100	116	129	101	34	54	62	70	55
♀ 3	50	87	90	116	86	26	46	46	60	44	53	85	90	104	83	28	44	48	54	43
♂ 4	86	97	80	135	99	42	46	38	64	47	97	109	77	137	105	48	54	38	66	51
♂ 5	68	92	100	122	95	38	50	54	66	52	70	93	90	115	92	38	50	48	62	49
♀ 6	52	70	78	95	74	28	38	42	50	39	47	75	70	84	69	24	40	38	44	36
♀ 7	48	88	97	128	90	26	48	52	68	48	50	89	93	128	90	28	48	50	70	49
♂ 8	68	102	98	150	104	36	54	52	78	55	73	98	88	145	101	38	52	52	76	53
♀ 9	66	92	106	120	96	34	48	54	62	49	65	90	105	125	96	34	46	54	64	49
♂ 10	51	80	95	126	88	26	42	50	66	46	58	75	93	128	88	30	40	48	68	46
♀ 11	56	73	95	123	87	30	38	50	64	45	59	80	79	108	81	30	42	40	56	42
♀ 12	45	78	96	104	81	26	46	54	62	47	50	84	92	98	81	28	46	50	54	44
♂ 13	93	100	87	—	—	48	52	46	—	—	85	100	85	140	102	44	52	44	74	53
♂ 14	76	97	83	111	92	42	54	46	62	51	69	98	68	106	85	38	56	38	60	48
♂ 15	50	95	105	120	92	28	52	56	66	50	59	88	105	116	92	32	48	58	64	50
♂ 16	65	97	96	120	94	34	52	52	64	50	62	89	89	113	88	34	48	48	60	47
♀ 17	64	84	95	119	90	36	46	52	66	50	63	81	80	117	85	36	46	46	66	48
♂ 18	71	95	93	136	99	34	46	46	66	48	60	95	90	132	94	30	48	44	66	47
♂ 19	70	93	—	103	—	38	50	—	56	—	64	92	90	100	86	34	50	48	54	46
♂ 20	56	95	90	102	86	32	54	52	58	49	47	85	73	104	77	28	50	44	62	46
♀ 21	72	106	95	122	99	40	60	54	68	55	60	100	93	122	94	34	58	54	70	54
♀ 22	47	80	87	100	78	26	44	48	54	43	60	84	82	103	82	32	46	44	56	44
♂ 23	68	96	92	130	96	36	50	48	68	50	65	95	90	142	95	34	48	46	72	50
♂ 24	64	95	82	130	93	34	50	42	68	48	67	105	80	115	92	34	54	42	60	47
♂ 25	67	88	92	123	92	36	46	48	64	48	58	80	91	117	86	32	44	50	64	47
♂ 26	48	85	112	147	103	26	46	60	78	52	48	85	107	143	96	26	46	56	78	51
♂ 27	62	92	—	105	—	38	56	—	64	—	69	88	88	118	91	42	52	52	70	54
♂ 28	65	92	73	102	83	36	52	42	58	47	69	82	68	110	82	38	46	38	62	46
♀ 29	62	90	75	107	83	34	50	40	58	45	56	95	80	110	85	—	—	—	—	—
♂ 30	55	92	93	130	92	30	52	52	74	52	54	100	90	132	94	30	56	50	74	52
♀ 31	60	83	78	105	81	34	46	44	60	46	60	90	80	105	84	34	52	46	60	48
♀ 32	50	80	95	110	84	30	46	56	64	49	55	88	95	112	87	34	54	58	68	53
♂ 33	65	100	88	135	97	34	52	46	70	50	63	95	90	137	96	34	50	48	72	51
♀ 34	80	100	94	130	76	44	54	52	72	45	76	100	—	125	—	42	56	—	70	—
♂ 35	75	95	88	126	96	40	50	48	68	51	75	93	88	130	96	40	48	46	68	50
♀ 36	50	90	105	108	88	26	46	54	56	45	51	96	105	105	89	26	50	52	54	46
♀ 37	56	88	98	120	90	32	50	54	66	50	55	93	94	118	90	30	50	52	66	49
♂ 38	80	98	87	127	98	42	50	46	66	51	73	97	78	120	92	38	50	40	62	47
Summe:	2403	3457	3312	4427	—	1304	1868	1756	2384	—	2378	3469	3252	4493	—	1262	1834	1722	2378	—
je *mm*:	6,32	9,10	9,20	11,96	9,15	34,3	49,2	48,8	64,4	49,2	6,26	9,13	8,79	11,82	9,00	34,1	49,6	47,8	64,3	48,9
Durchschnitt von rechts und links zusammen *mm*:											6,29	9,11	8,99	11,89	9,07	34,2	49,4	48,3	64,3	49,1

Zu Tabelle VI. Spezialtabelle über die mittlere Wandstärke der Wallache.

Laufpferde:

No.	Links		Rechts	
	absolut in $^1/_{10}$ *mm*	% vom Radius	absolut in $^1/_{10}$ *mm*	% vom Radius
5	87	55	84	51
8	81	48	81	49
15	92	57	87	55
16	99	58	95	56
18	94	53	96	53
20	84	54	84	53
21	84	60	87	60
27	90	52	91	54
28	89	55	96	59
29	86	56	86	57
Summe:	886	548	887	547
je *mm*:	8,86	54,8	8,87	54,7
Durchschnitt von links und rechts zusammen *mm*:			8,86	54,75

Stuten allein:

Summe:	3831	2365	4038	2435
je *mm*:	8,71	53,75	8,59	51,81
links und rechts zusammen *mm*:			8,65	52,78

Schrittpferde:

No.	Links		Rechts	
	absolut in $^1/_{10}$ *mm*	% vom Radius	absolut in $^1/_{10}$ *mm*	% vom Radius
1	83	51	87	54
4	99	47	105	51
5	95	52	92	49
8	104	55	101	53
10	88	46	88	46
13	—	—	102	53
14	92	51	85	48
15	92	50	92	50
16	94	50	88	47
18	99	48	94	47
19	—	—	86	46
20	86	49	77	46
23	96	50	95	50
24	93	48	92	47
25	92	48	86	47
26	103	52	96	51
27	—	—	91	54
28	83	47	82	46
30	92	52	94	52
33	97	50	96	51
35	96	51	96	50
38	98	51	92	47
Summe:	1782	948	2017	1085
je *mm*:	9,38	49,9	9,17	49,3
Durchschnitt von links und rechts zusammen *mm*:			9,275	49,60

Stuten allein:

Summe:	1389	756	1297	660
je *mm*:	8,68	47,25	8,65	47,14
links und rechts zusammen *mm*:			8,664	47,19

Tabelle VII. Zusammenstellung der Röhrbeinmafse.

	Laufpferde:			Schrittpferde:		
	Mittel	Minimum	Maximum	Mittel	Minimum	Maximum
Absolutes Gewicht *g* . .	450,44	353	589	588,95	453	726
Volumen *ccm*	283,7	219	388,5	371,8	281,5	457
Spezifisches Gewicht . .	1,605	1,49	1,68	1,586	1,49	1,66
Länge *mm*	254,3	238	280	257,5	243	277
Länge beträgt von Widerristhöhe %	16	15,3	17,4	15,2	14,5	16,5
Kleiner Durchmesser beträgt vom grossen Durchmesser %	76,7	66	85	72,5	66	85
Mittlerer Durchmesser *mm*	32,86	28	37,1	36,93	31,9	41,6
Mittlerer Durchmesser beträgt von Röhrbeinlänge %	12,92	—	—	14,34	—	—
Querschnitt *qmm* . . .	806	609	1074	1047	783	1314
Ausserhalb des Querschnittzylinders fallen vom Volumen %	27,7	—	—	27,5	—	—
Mittlere Wandstärke *mm*	8,71	7,5	11,1	9,07	6,9	10,65
Wandstärke beträgt vom mittleren Querschnittradius: volar % . . .	37,0	24	50	34,2	26	48
lateral % . .	53,4	36	76	49,4	38	60
dorsal	57,3	44	74	48,3	38	60
medial % . .	68,0	54	86	64,3	50	78
im Mittel % .	53,9	47	63	49,1	36,5	56

Tabelle VIII. Asymmetrie der Röhrbeinpaare.

	Laufpferde:				Schrittpferde:			
	Der Durchschnitt beträgt für das		Grösste Differenz zugunsten des		Der Durchschnitt beträgt für das		Grösste Differenz zugunsten des	
	linke	rechte	linken %	rechten %	linke	rechte	linken %	rechten %
1. Absolutes Gewicht *g* . .	450,7	450,2	6,5	—	588,8	589,2	6,6	—
No. der betr. Knochen . .	—	—	L 38	—	—	—	S 34	—
2. Volumen *ccm*	283,7	283,8	7,1	—	370,8	372,8	5,9	—
No. der betr. Knochen . .	—	—	L 30	—	—	—	S 34	—
3. Spez. Gewicht	1,605	1,605	—	7,3	1,588	1,585	—	4,6
No. der betr. Knochen . .	—	—	—	L 34	—	—	—	S 7
4. Länge *mm*	254,3	254,3	1,2	—	257,1	257,9	—	1,6
No. der betr. Knochen . .	—	—	L 13	—	—	—	—	S 17
5. Länge beträgt von Widerristhöhe %	16	16	1,3	—	15,2	15,2	—	1,3
No. der betr. Knochen . .	—	—	L 13	—	—	—	—	S 17
6. Kleiner Durchmesser beträgt vom grossen % . .	76,57	76,91	10	—	72,39	72,70	—	16
No. der betr. Knochen . .	—	—	L 5	—	—	—	—	S 12
7. Mittl. Durchmesser *mm* .	32,22	32,38	—	4,9	36,97	36,85	—	6,5
No. der betr. Knochen . .	—	—	—	L 47	—	—	—	S 12
8. Mittl. Durchmesser beträgt von Röhrbeinlänge % . .	12,68	12,73	—	—	14,38	14,34	—	—
9. Querschnitt *qmm*	821,81	832,66	—	10	1050,16	1045,70	—	15
No. der betr. Knochen . .	—	—	—	L 47	—	—	—	S 12
10. Ausserhalb des Querschnittzylinders fallen Volumen %	28,2	27,2	—	—	27,2	27,7	—	—
11. Mittl. Wandstärke *mm* .	8,76	8,66	18[1])	—	9,15	9	10	—
No. der betr. Knochen . .	—	—	—	—	—	—	S 20	—
12. Mittl. Wandstärke beträgt vom mittl. Radius % . .	54,3	53,5	—	10	49,2	48,9	—	8
No. der betr. Knochen . .	—	—	—	L 17	—	—	—	S 4

Tabelle IX. Tragkraft.

	Laufpferde:			Schrittpferde:		
	Die Bruchlast betrug					
	im Mittel	im Minim.	im Maxim.	im Mittel	im Minim.	im Maxim.
Absolut *g*	**1159,6**	730	1640	**1527,6**	1140	1860
No. der betr. Knochen	—	L 36 r.	L 58 l.	—	S 27 l.	S 9 l.
Auf 1 *qmm* des Querschnittes *g*	**1432,2**	1117	1763	**1456,1**	1136	1700
No. der betr. Knochen	—	L 44 r.	L 58 l.	—	S 20 r.	S 26 r.
Auf 1 *qmm* des Querschnittes auf Stützweite der Laufpferde *g*	**1432,2**	—	—	**1474,5**	—	—
Auf 1 *ccm* des Volumens *g*	**4111,3**	3230	5220	**4175,1**	3060	4950
No. der betr. Knochen	—	L 41 r.	L 7 r.	—	S 3 r.	S 2 l.

[1]) Verworfen.

Tabelle X. Durchbiegung.

	Gesamtdurchbiegung in $^1/_{100}$ *mm*				
	im Mittel	links	rechts	Minimum	Maximum
Laufpferde	306,25	309,2	303,3	156	422
No. der betr. Knochen	—	—	—	L 55 r.	L 19 r.
Schrittpferde	290,22	291,4	289,05	200	423
No. der betr. Knochen	—	—	—	S 29 r.	S 22 l.

Tabelle XI. Asymmetrie der Leistung.

	Laufpferde:				Schrittpferde:			
	Durchschnitt		Grösste Differenz		Durchschnitt		Grösste Differenz	
	links	rechts	links %	rechts %	links	rechts	links %	rechts %
Bruchlast absolut *kg*	1164,8	1154,4	20	11	1536,6	1518,6	18	21
No. der betr. Knochen . . .	—	—	L 5	L 24	—	—	S 7	S 26
Bruchlast auf 1 *qmm* des Querschnittes *g*	1446,6	1417,9	—	—	1464,6	1447,7	—	—
Bruchlast auf 1 *qmm* des Querschnittes und auf gleiche Stützweite (der Laufpferde) *g*	1446,6	1417,9	—	—	1483,03	1465,91	—	—
Bruchlast auf 1 *ccm* des Volumens *g*	4131,0	4091,5	—	—	4204,0	4146,0	—	—
Gesamtdurchbiegung der 2. Hälfte $^1/_{100}$ *mm*	309,2	303,3	26	36	291,4	289,05	32	29
No. der betr. Knochen . . .	—	—	L 37	L 57	—	—	S 22	S 33

Tabelle XII. Leistungsfähigkeit nur der stärkeren Röhrbeine der einzelnen Paare.

	Durchschnittliche Leistungsfähigkeit:		Leistungsfähigkeit nur des stärkeren Röhrbeins:	
	Laufpferde	Schrittpferde	Laufpferde	Schrittpferde
Absolute Bruchlast *kg*	1159,6	1527,6	1184,6	1571,3
	—	+ 31,7 %	—	+ 32,7 %
Bruchlast für je 1 *qmm* des Querschnittes *g* .	1432,25	1456,15	1468,0	1492,3
	—	+ 1,67 %	—	+ 1,63 %
Bruchlast für je 1 *qmm* bei gleicher Stützweite *g*	1432,25	1474,47	1468,0	1511,1
	—	+ 2,94 %	—	+ 2,93 %
Bruchlast für je 1 *ccm* des Volumens *g* . . .	4111,3	4175,1	4203,0	4226,0
	—	+ 1,56 %	—	+ 0,55 %
Absolute Durchbiegung $^1/_{100}$ *mm*	306,25	290,22	317,2	302,6
	—	— 5,53 %	—	— 4,86 %

Tabelle XIII L. Reihenfolge von Alter der Pferde, von Mafs und Leistung der Knochen.

Laufpferde.

No. L	Geschlecht	Alter	Absolutes Gewicht	Volumen	Spezifisches Gewicht	Länge	Verhältnis des kleinen zum grossen Durchmesser	Mittlerer Durchmesser	Verhältnis des mittleren Durchmessers zur Knochenlänge	Flächeninhalt des Querschnittes	Absolute Wandstärke	Verhältnis der Wandstärke zum Radius des Querschnittes	Tragfähigkeit: Absolut	Tragfähigkeit: Pro Einheit des Querschnittes	Tragfähigkeit: Pro Einheit des Volumens	Gesamtdurchbiegung	Knochenstärke im Verhältnis zum Röhrbeinumfang
1	♂	23—33	39	36	51—52	39—40	33—44	26—28	17—18	26	57	58	52	56	51	—	—
2	♀	6—7	9	9	18—24	2	33—44	8	37—38	8—9	5—7	23—27	30	49	50	—	27—29
3	♀	12—19	29	35	4—6	37—38	57—58	31	28—29	34	16—18	13—17	29	20	19	—	2
4	♀	23—33	31	22	58—59	30—33	51—54	26—28	26	28	37—39	33—44	49—50	53	57—58	—	9
5	◯	12—19	34	29	41—45	17—18	26—32	24—25	36	25	27—36	33—44	18—19	19	20—21	—	10
6	♀	12—19	25	30—31	12—14	26	12—18	17—18	19—21	17	13—15	18—22	36—38	52	40—41	—	6
Gard.-Drag.																	
7	♀	49—51	52	49	46—50	44—45	26—32	56—57	55—56	57	58	56	58—59	57	59	—	44—46
8	◯	23—33	17	27—28	4—6	17—18	19—25	47—48	57	47	13—15	5—6	51	43—44	56	—	18—26
9	♀	40—48	35	32	25—28	44—45	55—56	29—30	14	30	27—36	28—32	36—38	41	36	—	58
10	♀	23—33	8	7	8—11	9	19—25	11—13	27	11	19	23—27	33	45	54	—	11—15
11	♀	49—51	13	10—11	29—33	19—23	19—25	43—44	47—49	43	40—43	28—32	23—25	9	43	—	47—48
Art.																	
12	♀	1—2	59	59	25—28	59	55—56	59	50	59	54	18—22	56	25	18	—	—
13	♀	49—51	47	43	51—52	27	45—48	45—46	46	46	44—45	33—44	49—50	27	38	—	41—43
14	♀	52—58	11	17	8—11	19—23	26—32	9—10	30—31	10	9—10	8—12	5	14	15—16	—	16—17
15	◯	40—48	21	24	18—23	12—14	3—5	21—22	35	18—19	27—36	33—44	15—16	22	20—21	—	7—8
16	◯	40—48	48	46	34—40	48—51	45—48	51	39	52	55	50—51	41	17	22	—	33—39

Noch Tabelle XIII L.

No. L	Geschlecht	Alter	Absolutes Gewicht	Volumen	Spezifisches Gewicht	Länge	Verhältnis des kleinen zum grossen Durchmesser	Mittlerer Durchmesser	Verhältnis des mittleren Durchmessers zur Knochenlänge	Flächeninhalt des Querschnittes	Absolute Wandstärke	Verhältnis der Wandstärke zum Radius des Querschnittes	Tragfähigkeit: Absolut	Tragfähigkeit: Pro Einheit des Querschnittes	Tragfähigkeit: Pro Einheit des Volumens	Gesamtdurchbiegung	Knochenstärke im Verhältnis zum Röhrbeinumfang
17	♀	8—11	53	52	41—45	47	33—44	55	47—49	56	59	57	42—43	8	14	—	49—52
18 ♂	◯	8—11	58	58	15—17	53	51—54	58	59	58	50—52	23—27	53—55	13	2	31	33—39
19	♀	52—58	12	13—15	18—23	15—16	12—18	11—13	17—18	13	5—7	8—12	7—8	12	23	59	30—32
20	◯	12—19	15	10—11	41—45	12—14	3—5	15—16	28—29	15	20—21	28—32	20	35	39	—	7—8
21	◯	1—2	1	2	29—33	7—8	57—58	2	23	2	27—36	53—55	4	54	33	56	33—39
22	♀	12—19	26	27—28	25—28	34—36	26—32	17—18	12	18—19	11—12	8—12	23—25	32	27	38	49—52
23	♀	3—5	56	57	25—28	48—51	59	54	42	54	48—49	33—44	57	58	46	—	55—57
24	♀	6—7	7	5	54—57	12—14	33—44	3	4	3	27—36	52	7—8	40	40—41	—	18—26
25	♀	23—33	33	30—31	29—33	10—11	26—32	36—38	51	37	27—36	23—27	53—55	55	57—58	—	1
26	♀	20—22	22	19	46—50	5—6	19—25	9—16	30—31	8—9	27—36	45—46	31	51	44—45	—	11—15
27	◯	3—5	44	44—45	29—33	30—33	49—50	50	52	50	44—45	28—32	47	28—29	32	32	59
28	◯	8—11	51	48	34—40	34—36	2	34—35	32	32	40—43	33—44	46	46	24	34	41—43
29	◯	3—5	14	13—15	18—23	24—25	1	5—7	7	5	25—26	47—49	2—3	7	10—11	—	3—5
30	♀	12—19	23	16	54—57	37—38	45—48	29—30	23	29	50—52	53—55	32	33	49	49	55—57
31	♀	12—19	54—55	56	8—11	56—57	49—50	49	14—21	49	22—24	13—17	35	16	3	19	55—57
32	♀	23—33	30	25—26	46—50	34—36	12—18	11—13	5	12	22—24	33—44	26—28	43—44	28	47	11—15
33	♀	34—39	18	18	41—45	28—29	33—44	19—20	25	21	40—43	59	21—22	26	35	25	18—26
34	♀	12—19	3	12	1	3	12—18	15—16	41	16	1—2	5—6	12—13	23	29	23	49—52

35	♀	23—33	10	6	34—40	1	33—44	19—20	47—49	20	9—10	8—12	6	5—6	25	1	33—39
36	♀	20—22	2	1	53	19—23	9—11	1	1	1	20—21	50—51	1	5—6	4	8	18—26
37	♀	8—11	27—28	25—26	34—40	28—29	19—25	21—22	19—21	22—23	27—36	33—44	12—13	18	17	13	30—32
38	♀	23—33	43	41	41—45	30—33	12—18	45—46	45	45	56	53—55	14	3	6—7	2	41—43
39	♀	40—48	27—28	33	7	19—23	33—44	36—38	44	39	16—18	8—12	44	39	42	55	44—46
40	♀	23—33	32	34	12—14	5—6	9—11	23	43	22—23	13—15	13—17	10	11	9	4	11—15
41	♀	40—48	54—55	54	15—17	58	51—54	47—48	11	48	47	33—44	21—22	4	1	16—17	11—15
42	♀	59	5	3—4	46—50	10—11	33—44	4	8—9	4	5—7	18—22	9	34	44—45	46	18—26
43	♀	52—58	6	3—4	54—57	4	12—18	14	37—38	14	37—39	13—17	18—19	30	53	16—17	3—5
44 ♂	♀	52—58	16	20	18—23	15—16	26—32	43—44	54	44	1—2	1	2—3	1	5	7	53—54
45	♀	52—58	40	37	46—50	39—40	3—5	24—25	15—16	24	40—43	33—44	39	47	26	28	18—26
46	♀	20—22	50	51	18—23	54	26—32	39—41	13	40	27—36	18—22	34	24	12—13	44	18—26
47	♀	34—39	41—42	42	18—23	52	51—54	39—41	15—16	41	—	—	48	48	37	41	30—32
48 Gard.-Drag.	♀	23—33	38	47	3	48—51	19—25	42	22	42	50—52	47—49	23—25	10	8	53	47—48
49	♀	34—39	37	39	15—17	41	33—44	36—38	33	36	25—26	23—27	42—43	38	34	35	27—29
50	♀	52—58	19—20	21	29—33	24—25	45—48	26—28	34	27	3—4	2—4	45	50	55	21	44—46
51	♀	34—39	49	53	2	42—43	7—8	32	24	31	3—4	2—4	36—38	37	10—11	43	16—17
52	♀	52—58	4	8	4—6	19—23	33—44	5—7	10	7	8	13—17	11	28—29	30	52	49—52
53	♀	40—48	19—20	13—15	54—57	42—43	33—44	5—7	2—3	6	37—39	47—49	15—16	36	31	37	33—39
54	♀	40—48	45	44—45	34—40	30—33	33—44	52—53	55—56	53	48—49	33—44	53—55	42	45	14	27—29
55	♀	40—48	24	23	34—40	7—8	7—8	39—41	58	38	46	33—44	40	31	48	5	33—39
56	♀	23—33	36	38	8—11	48—51	6	52—53	40	51	16—18	2—4	17	2	12—13	11	53—54
57	♀	34—39	41—42	40	34—40	56—57	19—25	33	4	33	22—24	18—22	26—28	21	15—16	58	18—26
58	♀	34—39	57	55	58—59	46	9—11	56—57	53	55	53	45—46	58—59	59	52	22	33—39
59	♀	40—48	46	50	12—14	55	12—18	34—35	8—9	35	11—12	7	26—28	15	6—7	26	3—5

Tabelle XIII S. Reihenfolge von Alter der Pferde, Mais und Leistung der Knochen.

Schrittpferde.

No. S	Geschlecht	Alter	Absolutes Gewicht	Volumen	Spezifisches Gewicht	Länge	Verhältnis des kleinen zum grossen Durchmesser	Mittlerer Durchmesser	Verhältnis des mittlerer Durchmessers zur Knochenlänge	Flächeninhalt des Querschnittes	Absolute Wandstärke	Verhältnis der Wandstärke zum Radius des Querschnittes	Tragfähigkeit: Absolut	Tragfähigkeit: Pro Einheit des Querschnittes	Tragfähigkeit: Pro Einheit des Volumens	Gesamtdurchbiegung	Knochenstärke im Verhältnis zum Röhrbeinumfang
1	♂	17—31	3	3	8—13	20—25	35—36	1	1	1	7—8	25—31	1	21	8	—	4
2	♀	1	25	22	33—36	5	19—25	23—25	33—34	27	38	38	36	37	38	—	38
3	♀	6—13	37	38	14—19	36—37	11—18	31—33	17—18	32	10—12	4—5	24	13	2	—	11—12
4	♂	5	36	36	4—5	36—37	26—30	38	35—36	38	37	25—31	34	8	9—10	—	11—12
5	♂	32—35	16	15—16	23—27	20—25	11—18	16—17	13—16	16—17	27	32—33	21—22	25	32	—	33
6	♀	6—13	32	34	2	11—12	11—18	21—22	27—29	21	1	1	18	15	5	—	29—31
7	♀	36—37	6	8	3	14—15	11—18	20	22—24	20	16—18	12—16	12	12	33	—	32
8	♂	14—16	24	19	33—36	10	1—2	26	32	23	36	34—35	23	17	23	—	17
9	♀	36—37	34	33	14—19	34	31—34	30	19—21	31	28—32	17—18	38	36	29	—	14
10	♂	6—13	12—13	13	14—19	20—25	7—10	23—25	22—24	24	14	8—11	19—20	14	30	—	29—31
11	♀	6—13	29	31—32	1	29—31	31—34	36	30—31	36	4—5	2	17	3	6	—	22
12	♀	32—35	1	1	31—32	2	38	12	25—26	13	4—5	4—5	6	1	35	—	6
13	♂	14—16	31	29	30	20—25	19—25	27—28	25—26	28	—	—	31—33	27	22	—	1
14	♂	17—31	5	5	28—29	6	11—18	9	17—18	9	21—24	25—31	8	9	20—21	—	19
15	♂	14—16	22	26	8—13	27—28	26—30	14—15	10—12	15	21—24	19—24	14—16	24	11	—	7
16	♂	17—31	21	25	14—19	7—9	26—30	21—22	30—31	22	26	19—24	29	29	17	—	24—28
17	♀	3	7	11	6—7	1	19—25	10—11	27—29	11	16—18	19—24	27	35	36	—	8—10

18	♂	17—31	35	35	8—13	32—33	7—10	37	37	37	34—35	12—16	35	10	14	—	34
19	♂	2	19	21	20—22	16—18	11—18	18—19	19—21	19	10—12	8—11	31—33	34	34	9—10	15—16
20	♂	6—13	14	17—18	4—5	29—31	26—30	4—5	4	4—5	10—12	17—18	3—4	4	1	23—24	24—28
21	♀	17—31	11	6	37	16—18	7—10	7—8	9	8	34—35	37	7	6	7	5—6	20—21
22	♀	32—35	12—13	15—16	8—13	4	11—18	16—17	22—24	16—17	3	3	14—16	22	26	37—38	24—28
23	♂	32—35	30	30	14—19	7—9	4—5	31—33	35—36	30	28—32	19—24	31—33	25	18—19	13—14	15—16
24	♂	6—13	17	14	23—27	3	3	34—35	38	33	25	12—16	14—16	7	28	19	20—21
25	♂	17—31	38	37	28—29	38	11—18	29	7—8	29	21—24	12—16	25—26	16	4	15—16	23
26	♂	17—31	27	23	33—36	34	19—25	23—25	13—16	25	28—32	25—31	37	38	37	29—32	29—31
27	♂	4	4	4	31—32	13	19—25	3	3	2—3	19	36	3—4	19—20	15	27—28	2
28	♂	6—13	8	12	6—7	20—25	6	6	5	4—5	6	8—11	2	2	3	25—26	3
29	♀	17—31	26	27	8—13	19	1—2	14—15	13—16	12	7—8	6—7	21—22	32	13	7—8	8—10
30	♂	17—31	10	7	33—36	20—25	7—10	7—8	6	7	21—24	32—33	10—11	31	27	35—36	18
31	♀	17—31	9	9	20—22	7—9	35—36	4—5	7—8	6	9	12—16	10—11	33	31	1—2	35—37
32	♀	17—31	2	2	8—13	16—18	37	2	2	2—3	13	34—35	5	26	24—25	29—32	24—28
33	♀	6—13	28	28	23—27	32—33	4—5	27—28	19—21	26	28—32	25—31	28	23	18—19	17—18	—
34	♀	17—31	15	10	38	26	31—34	13	10—12	14	2	6—7	9	5	12	11—12	5
35	♂	17—31	23	24	20—22	29—31	19—25	18—19	13—16	18	28—32	25—31	19—20	18	16	33—34	35—37
36	♀	17—31	33	31—32	14—19	27—28	31—34	31—33	27—29	34	15	8—11	30	19—20	9—10	3—4	35—37
37	♀	38	18	17—18	23—27	11—12	19—25	10—11	10—12	10	16—18	19—24	13	30	20—21	20	8—10
38	♂	17—31	20	20	23—27	14—15	26—30	34—35	33—34	35	33	25—31	25—26	11	24—25	21—22	—

Tabelle XIV. Torsionsversuche.

Bezeichnung des Metacarpus:	A		B		C		D		E	
	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts
Absolutes Gewicht *g* .	540	545	603	596	694	702	673	680	563	573
Volumen *ccm*	345	352	364	365,5	454	458	419	423	366	372
Spezifisches Gewicht .	1,57	1,55	1,66	1,63	1,53	1,53	1,61	1,61	1,54	1,54
Länge *mm*	251	252	247	247	268	267	268	267	256	258
Kleiner \ Querschn.- *mm*	32,4	33,2	29,2	29,4	32,8	32,8	31,7	32,1	31,9	32,5
Grosser / Durchmess. *mm*	43,0	43,5	43,2	43,2	46,0	ca. 46,0	44,9	44,0	45,3	45,7
Die Belastung des 50 *cm* langen Radius:	Die Drehung betrug in den einzelnen Belastungsstufen in Graden:									
50— 55 *kg*	4	3	4	3	4	3	5	5	3	5
55— 60 „	5	4	4	4	6	5	6	5	6	4
60— 65 „	5	4	4	5	6	3	7	6	5	5
65— 70 „	6	4	4	4	7	6	7	4	9	4
70— 75 „	5	5	5	6	7	4	8	3	7	5
75— 80 „	6	6	5	6	8	5	5	5	7	4
80— 85 „	—	6	6	8	7	5	7	5	—	7
85— 90 „	—	—	—	7	9	6	8	5	—	—
90— 95 „	—	—	—	—	8	5	9	—	—	—
95—100 „	—	—	—	—	11	9	10	—	—	—
100—105 „	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—
105—110 „	—	—	—	—	—	7	—	—	—	—
110—115 „	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—
Gesamttorsion in den notierten Stufen in Graden	31	32	32	43	73	76	72	33	37	34
Der Bruch trat ein bei einer Belastung des Radius von *kg* . . .	80	85	85	90	100	115	100	90	80	85

Lebenslauf.

Ich wurde am 22. März 1866 zu Templin in der Mark geboren, besuchte die dortige Mittelschule und nach weiterer privater Vorbereitung das Seminar zu Oranienburg. Danach war ich bis Ostern 1901 als Lehrer tätig und bezog nun die Universität Jena, um Landwirtschaft zu studieren. Im Juli 1904 bestand ich dort das landwirtschaftliche Diplomexamen mit dem Prädikat „sehr gut“ und wurde am 26. Juli 1906 auf Grund vorliegender Arbeit zur mündlichen Doktorprüfung zugelassen.

MCZ ERNST MAYR LIBRARY
3 2044 135 016 988